

# “Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”

---

## Cuaderno Nº 1

## Memoria del Proyecto

### **Alumnos:**

*Daniel Leante Darricau*  
*Laura Alba García Marugán*

### **Tutores:**

*José Fernando Núñez Básañez*  
*David Gutiérrez Díaz*

### **Cotutores en la universidad de acogida (ESPOL):**

*Cristóbal Mariscal*  
*Bolivar Vaca*

## ÍNDICE

<b>I. OBJETIVO Y ALCANCE DEL PROYECTO</b>	<b>7</b>
1. Antecedentes	7
2. Objetivo general	8
3. Objetivos específicos	8
4. Actividades previstas	8
5. Beneficiarios	9
6. Alineamiento con las prioridades estratégicas de la cooperación española y con los ODM	9
7. Reuniones con los involucrados	10
7.1. Reuniones con autoridades e instituciones involucradas	10
7.2. Visitas a las cooperativas y puertos pesqueros	11
8. Anexo. Encuesta realizada a los pescadores	14
<b>II. DESCRIPCIÓN SOCIOECONÓMICA DE ECUADOR</b>	<b>21</b>
1. Información del país	21
1.1. Descripción general del Ecuador	21
1.2. Clima y provincias	21
1.3. Historia	22
1.4. Indicadores socioeconómicos	26
2. Bibliografía	28
<b>III. ESTADO DEL ARTE DE LA PESCA EN ECUADOR</b>	<b>29</b>
1. Pesca nivel internacional	29
2. Pesca Ecuador	31
2.1. Sector público pesquero	32
3. Pesca artesanal de Ecuador	42
3.1. Política pesquera artesanal Ecuador	43

<b>3.2. Artes de pesca artesanal</b>	<b>56</b>
<b>3.3. Embarcaciones</b>	<b>66</b>
<b>3.4. Especies objetivo de la pesca ecuatoriana</b>	<b>73</b>
<b>3.5. Capturas</b>	<b>81</b>
<b>4. Bibliografía</b>	<b>83</b>
<b>IV. ESTUDIO DE LOS PUERTOS PESQUEROS ARTESANALES</b>	<b>86</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>86</b>
<b>2. Península de Santa Elena</b>	<b>87</b>
2.1. Santa Rosa	87
2.2. Anconcito	98
<b>3. Esmeraldas</b>	<b>103</b>
3.1. Muisne	103
3.2. Esmeraldas	106
3.3. Rio Verde	110
3.4. Rocafuerte	113
3.5. Limones	116
<b>4. Guayas</b>	<b>119</b>
4.1. Gral. José de Villamil	119
<b>5. Bibliografía</b>	<b>138</b>
<b>V. PROBLEMÁTICA DEL SECTOR PESQUERO ARTESANAL</b>	<b>139</b>
<b>1. Introducción. Identificación de las necesidades prioritarias</b>	<b>139</b>
1.1. Problemática general	139
1.2. Problemática de las embarcaciones	140
1.3. Problemática en los sistemas de almacenamiento, comercialización y suministros	141
<b>2. Identificación de las áreas de actuación, por parte del “Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”</b>	<b>143</b>

## TABLAS

Tabla 1. Resumen de Vedas. Fuente. Acuerdos Ministeriales	51
Tabla 2 Desembarcos por puertos, 2008. Fuente INP	83
Tabla 3. Población de Santa Rosa	88
Tabla 4. Capturas y artes de pesca de Muisne	105
Tabla 5. Especies y temporadas de pesca de Rio Verde	112
Tabla 6. Especies y temporada de pesca en Rocafuerte	116
Tabla 7. Especies y temporadas de pesca en Limones	118

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Evolución del PIB	27
Ilustración 2. Organigrama del sector pesquero ecuatoriano	33
Ilustración 3. Organigrama de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros	37
Ilustración 4. Organigrama de la Dirección General de Pesca	39
Ilustración 5. Red de enmalle. Fuente INP	57
Ilustración 6. Red transmallo en la catela de Playas	58
Ilustración 7. Red atarraya	59
Ilustración 8. Línea de mano. Fuente INP	60
Ilustración 9. Red de rastra	61
Ilustración 10. Palangre. Fuente INP	62
Ilustración 11. Espinel de fondo	63
Ilustración 12. Balsas de Playas	66
Ilustración 14. Canoa y vela en Rio Verde	67
Ilustración 13 Bongos en Puerto López	67
Ilustración 15. Canoa realzada en Rio Verde	68
Ilustración 16 Bote en Playas	68
Ilustración 17 Incrustaciones en Río Verde	69
Ilustración 18 "Fibra" en Anconcito	70



Ilustración 19. Configuraciones de los espacios de las fibras	70
Ilustración 20 "Fibras" en Esmeraldas	71
Ilustración 21 Vivero de una "fibra" (Esmeraldas)	71
Ilustración 22. Embarcación artesanal de Puerto Bolívar	72
Ilustración 23 Balandra (Manta)	72
Ilustración 1. Puerto de Santa Rosa	87
Ilustración 2. Motores fuera de borda de 75 hp	90
Ilustración 3. Embarcación de fibra de vidrio	90
Ilustración 4. Puerto de Santa Rosa	93
Ilustración 5. Transporte de la pesca	94
Ilustración 6. Primera venta del pescado	95
Ilustración 7. Bodegas de almacenamiento y camión para el transporte de largas distancias	95
Ilustración 8. Eviscerado de pescado	96
Ilustración 9. Vísceras de pescado	96
Ilustración 10. Desembarque de capturas	97
Ilustración 11. Puerto de Anconcito	98
Ilustración 12. Abastecimiento de insumos	98
Ilustración 13. Gasolinera de pesca artesanal	99
Ilustración 14. Buque nodriza de Anconcito	100
Ilustración 15. Mapa de la provincia de Esmeraldas. Fuente SRP	103
Ilustración 16. Puerto de Muisne	104
Ilustración 17. Desembarque	104
Ilustración 18. Pescador de Muisne	105
Ilustración 19. Carritos para transportar la pesca y gasolinera de pesca artesanal de Esmeraldas	106
Ilustración 20. Desembarque de la pesca en el puerto de Esmeraldas	107
Ilustración 21. Flota pesquera artesanal	108
Ilustración 22. Bodegas de almacenamiento y venta de pescado	109

Ilustración 23. Canoa de montaña de madera	110
Ilustración 24. Canoa Realzada	110
Ilustración 25. Niño pescador y redes de enmalle	111
Ilustración 26. Vela para la propulsión de bongo	111
Ilustración 27. Caleta de Rocafuerte	114
Ilustración 28. Cebado del anzuelo	115
Ilustración 29. Llegada al puerto de Limones	116
Ilustración 30. Canoa realzada	117
Ilustración 31. Embarcaciones de la cooperativa "Punta Chopoya"	120
Ilustración 32. Embarcaciones de la cooperativa "Las Balsas"	120
Ilustración 33. Embarcaciones de la cooperativa "Hijos del mar"	120
Ilustración 34. Embarcaciones de la cooperativa "San Pedro"	121
Ilustración 35. Panga de madera	122
Ilustración 36. Fibras de la caleta de Playas	122
Ilustración 37. Balsas	123
Ilustración 38. Red de trasmallo	124
Ilustración 39. Desembarques y comercialización de la pesca	125
Ilustración 40. "Forzudos" varando una embarcación en la playa	125
Ilustración 41. "Forzudos" trabajando en la playa	126
Ilustración 42. Comercialización de la pesca en la playa	126

## GRÁFICAS

Gráfica 1. Artes de pesca en la provincia de Esmeraldas	64
Gráfica 2. Artes de pesca en la provincia El Oro	64
Gráfica 3. Artes de pesca en la provincia de Manabí	65
Gráfica 4. Artes de pesca en la provincia de Guayas	65
Gráfica 5. Clasificación de la flota en Santa Rosa	89
Gráfica 6. Artes de pesca de Santa Rosa	91

Gráfica 7. Situación de los caladeros de los pescadores de Santa Rosa	92
Gráfica 8. Clasificación de la flota en Anconcito	101
Gráfica 9. Situación de los caladeros de los pescadores de Anconcito	102
Gráfica 10. Clasificación de la flota del puerto de Esmeraldas	108
Gráfica 11. Situación de los caladeros de los pescadores de Esmeraldas	109
Gráfica 12. Clasificación de la flota de Rio Verde	111
Gráfica 13. Situación de los caladeros de los pescadores de Rio Verde	112
Gráfica 14. Clasificación de la flota de Rocafuerte	114
Gráfica 15. Situación de los caladeros de los pescadores de Rocafuerte	115
Gráfica 16. Clasificación de la flota de Limones	117
Gráfica 17. Situación de los caladeros de los pescadores de Limones	118
Gráfica 18. Clasificación de la flota de Gral. José de Villamil	123
Gráfica 19. Situación de los caladeros de los pescadores de Playas	124

## I. OBJETIVO Y ALCANCE DEL PROYECTO

### 1. Antecedentes

---

Este proyecto surgió por el interés de dos alumnos de la ETSIN en la extensión de su proyecto fin de carrera hacia la Cooperación para el Desarrollo. El conocimiento por parte del Catedrático José Fernando Núñez Basáñez de las necesidades existentes en Ecuador en materia de pesca artesanal, dándonos su apoyo, así como el de la Dirección de la ETSIN, Don Jesús Panadero Pastrana, hizo posible que se pudiera llevar a cabo.

Para ello, se comenzó realizando un documento que definiera su contenido, identificando las problemáticas y necesidades observadas en un principio, los objetivos, el programa en el que se debía integrar dentro de la política del país, etc. y el esquema del proyecto a realizar para llegar a dichos objetivos.

El marco del proyecto, es el Plan de Acción para la Pesca Artesanal de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, que se encuentra dentro del Plan Nacional de Desarrollo del Sub-sector Pesquero para 2007-2011 del Gobierno del Ecuador (GOEC) y financiado en gran parte por el BID a través del PROYECTO DE APOYO A LA PESCA ARTESANAL COSTERA, que promueve la asistencia técnica, en la que también está trabajando la ESPOL.

Plan de Acción para la Pesca Artesanal, propone cuatro líneas estratégicas:

- (i) el ordenamiento pesquero para asegurar que se está ejerciendo una actividad sustentable que conserva los recursos marinos y sus ecosistemas.
- (ii) control y monitoreo que sea efectivo, eficiente y transparente para reducir infracciones pesqueras.
- (iii) investigación pesquera integral que atienda las necesidades específicas en las diferentes regiones de la costa.
- (iv) mejoramiento de los indicadores socio-económicos en las comunidades pesqueras artesanales.

Dentro de este último objetivo, la acción estratégica 4.2 es “diseñar y gestionar la implementación de un programa de modernización de la flota pesquera artesanal”; “Para mejorar índices de eficiencia productiva, cumplimiento sanitario y seguridad marítima”.

## 2. Objetivo general

---

El Objetivo General del Proyecto es mejorar la competitividad y la sostenibilidad de la pesca artesanal ecuatoriana con vista a contribuir al desarrollo humano de las comunidades pesqueras de la costa continental de Ecuador.

A tal fin, se procederá a realizar el proyecto básico adecuado de la embarcación dedicada a la pesca artesanal de la Republica de Ecuador, eligiendo para ello una comunidad piloto de pescadores que se analizará desde los puntos de vista social, económico y sostenible, prestando especial atención a la mejora de la competitividad de las capacidades productivas, los beneficios de los pescadores y la sostenibilidad de la pesca artesanal ecuatoriana.

## 3. Objetivos específicos

---

- Mejorar la calidad y la sostenibilidad de los servicios requeridos para la captura, el desembarque, y la comercialización del producto de la pesca artesanal en los puertos pesqueros.
- Organizar y mejorar las Organizaciones de Productores de la Pesca.
- Modernizar las embarcaciones dedicadas a este tipo de pesca, aumentando la seguridad y la tecnificación de las tareas de pesca, mediante la realización de aquellos Proyectos Básicos que se estimen adecuados, una vez analizadas las disponibilidades técnicas del país y su know how.
- Manejar, conservar y aprovechar sosteniblemente los recursos pesqueros que se encuentren en los ecosistemas marinos de la costa continental de Ecuador.

## 4. Actividades previstas

---

- Selección de la Comunidad piloto
- Recogida de indicadores verificables
- Caracterización de embarcaciones
- Estudio tipo de pesca y comercialización
- Estudio socioeconómico de la Comunidad piloto
- Estudio de sostenibilidad económica, social y medioambiental sobre todo en la mejora de las condiciones higiénico-sanitarias de los pescadores y de sus familias.

- Análisis de las embarcaciones apropiadas.
- Estudio de microempresas y de Organizaciones Profesionales de Pescadores

## 5. Beneficiarios

---

Los beneficiarios del proyecto, al transferir los resultados, serán todos los pescadores artesanales, buena parte de la cadena comercial y procesado del pescado y las comunidades que dependen de esta actividad económica directa o indirectamente. El número de pescadores artesanales estimado en 2001 es de casi 60,000 personas.

## 6. Alineamiento con las prioridades estratégicas de la cooperación española y con los ODM

---

El proyecto además de sus objetivos explicitados arriba, contribuye a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), estando también alineado con la estrategia española de cooperación al desarrollo:

- Desarrollo rural y el hambre; los mayores desembarcos mejoran la seguridad alimentaria y es un importante aporte de proteínas
- Lograr la enseñanza primaria universal; mejorando los ingresos se evita la necesidad de un aprendizaje prematuro del oficio, se aumenta el tiempo y el gasto en educación.
- Promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer; se crearán puestos de trabajo, especialmente en el área de procesado del pescado, fomentando el empleo femenino, empoderando de este modo a las mujeres.
- Mejorar la salud materna y reducir la mortalidad infantil: las mujeres que comen pescado con regularidad, además de tener mejor salud, tienen hijos más saludables. Reduciendo la mortalidad infantil también por su incremento.
- Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente; se realizará apoyando una gestión sostenible de los caladeros y del medio ambiente a través del proyecto de buques pesqueros responsables con el medio y artes más eficientes.
- Fomentar una asociación mundial para el desarrollo; las capturas vendidas en el mercado internacional tienen en la actualidad un gran peso. Con apoyo adecuado, muchos productores de pesca artesanal, pueden obtener grandes beneficios de la globalización del comercio de pescado.

Para todo lo anterior se hizo una revisión bibliográfica, y con las reuniones y visitas descritas más adelante, una recogida de información que en gran parte se compendia en el análisis de la pesca de Ecuador y la descripción de las caletas visitadas.

## 7. Reuniones con los involucrados

---

La primera parte del estudio, corresponde al análisis e identificación de la problemática de la pesca artesanal del Ecuador. Para ello se llevó a cabo diferentes tipos de reuniones, personales con algunas autoridades y grupales con cooperativas pesqueras, que se desarrollaron durante la estancia de seis meses en Ecuador desde el día 8 de Julio de 2010.

### 7.1. Reuniones con autoridades e instituciones involucradas

---

- UPM:

José Fernando Núñez Basáñez, tutor del proyecto en la ETSIN, con amplia experiencia profesional y conocedor del País y las autoridades a las que debíamos dirigirnos para poder comenzar.

- ESPOL:

Cristóbal Mariscal y Bolívar Vaca, tutores del proyecto en la Universidad de acogida, la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), profesores de Ingeniería Naval en la Facultad de Marítima y Ciencias del Mar y con amplia experiencia profesional.

Víctor Osorio, también profesor de la misma carrera e involucrado en los proyectos de los puertos artesanales que están en construcción en estos momentos.

- SRP-Dirección General de Pesca

Luis Torres, ingeniero naval perteneciente a la Dirección de Proyectos y Cooperación Internacional de la Dirección General de Pesca.

- DIRNEA:

La visita a la Dirección Nacional de los Espacios Acuáticos (DIRNEA), que representa la Autoridad Marítima del Ecuador y administra los registros de las embarcaciones a nivel nacional, fue de la mano de la ingeniera naval Maricruz Fun-Sang visitando diferentes departamentos.

- INP:

La visita al Instituto Nacional de Pesca (INP) se realiza gracias a Nelly Camba y tras una breve reunión con la Directora del Instituto, Yahira Piedrahita, se nos puso en contacto con Manuel Peralta, investigador del instituto.

- Inspección de Pesca de Santa Rosa y Anconcito:

El inspector de pesca Carlos Sotomayor es la persona que nos introdujo en la pesca artesanal, teniendo el primer contacto con los pescadores, los sistemas de pesca de Ecuador, sus embarcaciones, vemos la dinámica del puerto, desembarcos, reparto de ganancias, carga y descarga de hielo, víveres, gasolina, etc. y viendo el trabajo de los inspectores en una de las caletas pesqueras más significativas de Ecuador. Durante las visitas a estas dos caletas también tuvimos la oportunidad de conocer a todos los compañeros, hablar con ellos y aprender, en las dos caletas pesqueras, la de Santa Rosa y la de Anconcito.

- FENACOPEC:

Visitamos la Federación Nacional de Cooperativas Pesqueras, dónde nos reunimos con la Presidenta Gabriela Cruz, yendo con el ingeniero Bolívar Vaca, tratando las necesidades de los pescadores y el mejor enfoque para el proyecto. Además nos da los contactos de los dirigentes de cooperativas pesqueras a los que entrevistar en las diferentes caletas.

## 7.2. Visitas a las cooperativas y puertos pesqueros

---

- Santa Elena:

### ***Santa Rosa***

La visita a Santa Rosa se ha comentado en parte, en las reuniones con los inspectores pesqueros, pero también tuvimos la ocasión de reunirnos con dirigentes de la Cooperativa de Producción Pesquera Artesanal del Puerto de Santa Rosa.

### ***Anconcito***

Visitamos a los inspectores de pesca del puerto, vemos las instalaciones, las embarcaciones y hablamos con el presidente de la Cooperativa 2 de Junio, Abigail Llor Cedeño.



- Guayas:

### *Playas*

Nos reunimos en la sede de la “Cooperativa de Producción Artesanal Punta Chopoya” con distintos dirigentes pesqueros, tras lo cual nos dirigimos a la playa para observar los desembarques, donde nos encontramos el retorno de una embarcación a la que habían atacado los piratas.

- Manabí:

### *Manta*

En Manta se hizo un recorrido por diversos lugares donde se incluyeron visitas de pesca industrial, sobre todo de las conocidas como embarcaciones nodrizas. Pudiendo visitar el puerto pesquero más importante, con numerosos atuneros modernos, pero sobre todo las facilidades existentes para las embarcaciones nodrizas. Se pudo conocer un astillero de estas embarcaciones, todas de madera y aún construidas de forma artesanal. También se realizó una visita a la caleta pesquera artesanal, viendo los desembarques, así como una factoría naval de construcción de las fibras.

### *San Mateo*

Se hizo una reunión con dirigentes de cooperativas pesqueras, conociendo las particularidades de esta caleta pesquera y viéndolo posteriormente en la propia caleta, conversando con los pescadores.

- Esmeraldas:

En esta provincia se realizaron visitas a las principales caletas, de la mano de Ovideo Quiñones Salazar presidente de la Unión Provincial de Cooperativas Pesqueras de Esmeraldas (UPROCOPES). De esta manera se convocaron reuniones con los principales dirigentes de las cooperativas de cada caleta, visitando el propio puerto de la capital, Esmeraldas, Rio Verde, Rocafuerte, Muisne y Limones.

- El Oro:

### *Puerto Bolívar*

En este puerto, el más importante a nivel de desembarcos de peces demersales de la pesca artesanal, se realizó una reunión con los dirigentes pesqueros de la Unión de Organizaciones de Producción Pesquera Artesanal de El Oro (UOPPAO). Posteriormente tuvimos la

oportunidad, ya que el caladero es cercano, de ver *in situ* las faenas de pesca con las diferentes artes empleadas en la zona.

## 8. Anexo. Encuesta realizada a los pescadores

Características del lugar de desembarque

- Playa si ☐ no ☐
- Muelle si ☐ no ☐
- Acceso disponible todo el año si ☐ no ☐

Proyectos de desarrollo o de apoyo a la pesca artesanal que se hubiera realizado en los últimos años o que actualmente se estén desarrollando en el lugar.

---

---

### Embarcaciones pesqueras

- Nº total de embarcaciones artesanales \_\_\_\_\_
- Tipo y nº de embarcaciones artesanales
  - Fibra
  - Botes

Nº de motores utilizados en las embarcaciones pesqueras artesanales

- Fuera borda Potencia
- Estacionarios Potencia

### Artes de pesca

Tipo

Principales especies capturadas

Nombre	Meses de captura	Arte de pesca
--------	------------------	---------------

---

---

---

#### Tendencia de las capturas en os últimos años

- Se han incrementado si ☐ no ☐
- Han disminuido si ☐ no ☐
- En los últimos años se pesca en la mismas zonas tradicionales si ☐ no ☐
- Se continua pescando las mismas especies si ☐ no ☐
- Se pescan nuevas especies si ☐ no ☐ ¿Cuáles?

#### Comercialización

- Nº de comerciantes \_\_\_\_\_ Locales \_\_\_\_\_
- Comercialización en tierra si ☐ no ☐
- Comercialización en el mar si ☐ no ☐
- Nº estimado de comerciantes en el mar \_\_\_\_\_
- Destino de la pesca \_\_\_\_\_

#### Servicios disponibles para la comunidad para la pesca artesanal

- Fábrica de hielo si ☐ no ☐ Coste/unidad \_\_\_\_\_
- Gasolinera si ☐ no ☐ Coste/unidad \_\_\_\_\_
- Venta de aceite si ☐ no ☐ Coste/unidad \_\_\_\_\_
- Reparación/mantenimiento \_\_\_\_\_
- Suministros para la pesca \_\_\_\_\_

Cooperativas de pescadores si ☐ no ☐ Nº de cooperativas \_\_\_\_\_

### Información específica de la embarcación

Nombre del puerto o caleta \_\_\_\_\_

Nombre de la embarcación \_\_\_\_\_

Año de construcción \_\_\_\_\_

Tipo de embarcación \_\_\_\_\_

Material de construcción de la embarcación \_\_\_\_\_

### Datos personales del encuestado

Nombre \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_ Lugar de procedencia \_\_\_\_\_

Estado civil \_\_\_\_\_ Nº hijos \_\_\_\_\_ Ocupación de su esposa \_\_\_\_\_

Aportación económica por parte de otros miembros de la familia Si ☐ No ☐

Armador ☐ Dueños de la artes ☐ Pescador ☐

Pertenece a alguna cooperativa No ☐ Si ☐ Nombre de la cooperativa \_\_\_\_\_

Puesto que ocupa en la cooperativa \_\_\_\_\_

### Características principales

- Eslora \_\_\_\_\_(m) Manga \_\_\_\_\_(m) Puntal \_\_\_\_\_(m)
- Altura del espejo \_\_\_\_\_(m)
- T.R.N \_\_\_\_\_(t)
- Tipo de propulsión \_\_\_\_\_

### Características del motor

Marca \_\_\_\_\_

Potencia \_\_\_\_\_

Tipo de combustible \_\_\_\_\_

Tipo de motor \_\_\_\_\_

Año de adquisición \_\_\_\_\_

### Características de las artes de pesca

- Redes de enmalle ☐
  - De superficie ☐
  - De fondo ☐
  - Principales especies capturadas
- Redes de trasmallo ☐

Nombre	Temporada

- Forma de conservación de la pesca \_\_\_\_\_

- Palangre ☐
  - De superficie ☐
  - Media agua ☐
  - Fondo ☐
  - Principales especies capturadas
- Espinel ☐
- Línea de mano ☐

Nombre	Temporada

○ Forma de conservación de la pesca \_\_\_\_\_

• Otras artes

- Atarraya ☐
- Chinchorro de playa ☐
- Red de cerco con jareta ☐
- Red de estacada ☐
- Red larvera ☐

Nº de pescadores que trabajan en cada embarcación \_\_\_\_\_

Velocidad de navegación, al caladero \_\_\_\_\_ desde el caladero \_\_\_\_\_

Localización de la zona de pesca \_\_\_\_\_

Tiempo, que requiere para llegar a la zona de pesca \_\_\_\_\_

Cantidad de combustible gastado en cada salida \_\_\_\_\_

Nº de bodegas de pesca \_\_\_\_\_

Capacidad de las bodegas de pesca \_\_\_\_\_

Capacidad de hielo \_\_\_\_\_

Tipo de hielo. Escama ☐ Bloque ☐ Otros ☐ \_\_\_\_\_

Número de salidas de pesca al mes \_\_\_\_\_

Duración promedio de cada salida de pesca \_\_\_\_\_

Se utilizan distintos tipos de artes simultáneamente si ☐ no ☐

Se sustituyen unas artes por otras en el tiempo si ☐ no ☐

Descripción detallada de la maniobra de pesca \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Que tipos de ayuda, utiliza para la navegación

---

---

### Valoración subjetiva del patrón

Comportamiento en aguas tranquilas    Bueno ☐    Regular ☐    Malo ☐

Comportamiento en olas    Bueno ☐    Regular ☐    Malo ☐

Maniobrabilidad    Buena ☐    Regular ☐    Mala ☐

### Electricidad a bordo

Número de baterías \_\_\_\_\_

Capacidad total de las baterías (amperios hora) \_\_\_\_\_

### Coste de la embarcación y artes de pesca

Casco \_\_\_\_\_

Motor \_\_\_\_\_

Equipos de navegación \_\_\_\_\_

Redes \_\_\_\_\_

### Costes de operación

Combustible por salida \_\_\_\_\_

Víveres \_\_\_\_\_

Hielo \_\_\_\_\_

### Costes de mantenimiento

Casco \_\_\_\_\_

Redes \_\_\_\_\_



Motor \_\_\_\_\_

### Reparto de la pesca

% Cubre los costes de salida \_\_\_\_\_

% Armador \_\_\_\_\_

% Dueño de las artes de pesca \_\_\_\_\_

% Tripulación \_\_\_\_\_

### Opinión sobre la posibilidad de mejorar la embarcación

---

---

---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_

## II. DESCRIPCIÓN SOCIOECONÓMICA DE ECUADOR

### 1. Información del país

---

#### 1.1. Descripción general del Ecuador

---

Ecuador está ubicado sobre la línea ecuatorial, en América del Sur, por lo cual su territorio se encuentra en ambos hemisferios. Limita al norte con Colombia, al sur y al este con Perú y al oeste con el Océano Pacífico. Es un país de pequeña extensión 256.370 kilómetros cuadrados dividido en cuatro regiones: la costa, la sierra, el oriente y la zona insular, en las que se distribuyen 24 provincias. Más de la mitad de la población vive en la costa, donde están las camaroneras, uno de los principales recursos del país, esta zona cuenta con dos grandes ciudades, Guayaquil y Manta. En la sierra gran parte de la agricultura es de subsistencia, en esta zona está Cuenca y la capital, Quito.

Y la zona insular, las conocidas Islas Galápagos, a 950km del continente y declarado en 1978 Patrimonio Natural de la Humanidad.

#### 1.2. Clima y provincias

---

- **Costa:** El clima en la costa es cálido, con temperaturas que oscilan entre los 25 y 31 °C. En el año existen dos estaciones: la lluviosa que va de diciembre a mayo; ésta es húmeda y caliente; y, la seca el resto del año. Cuenta con las provincias de Esmeraldas, Los Ríos, Manabí, Sto. Domingo de los Tsachilas, Santa Elena, Guayas y El Oro.
- **Sierra:** El clima varía de acuerdo a la altitud. Durante el año presenta un clima subtropical, en las partes altas es frío, y en los centros poblados la temperatura varía de 13 a 18 °C. Las provincias de esta región son, en el norte: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo; en el sur: Bolívar, Cañar, Azuay y Loja.
- **Amazonía:** Generalmente tiene un clima cálido, húmedo y lluvioso. La temperatura varía de 23 a 26 °C. Esta región tiene una estación seca en los meses de octubre, noviembre y diciembre. Y sus provincias son: Sucumbíos, Napo, Pastaza, Orellana, Morona Santiago y Zamora Chinchipe.
- **Galápagos:** Es seco con temperaturas que van de 23 a 32 °C. Con un promedio anual de 25 °C.

Ecuador es uno de los países con la biodiversidad más rica del mundo. Poseyendo gran número de endemismos. Ecuador se encuentra entre los países biológicamente más ricos del planeta, la comunidad científica nacional e internacional considera al Ecuador como uno de los países megadiversos y como el más biodiverso del mundo, si se relaciona el número de especies de vertebrados por cada 1.000 kilómetros cuadrados. Asimismo los recursos marinos resguardan la seguridad alimentaria de los pueblos costeros y la generación de divisas para el país.

### 1.3. Historia

---

El actual territorio de Ecuador ha estado poblado desde al menos el año 2500 a.C. La región fue en buena medida una zona con influencias, entre otras, de las civilizaciones nazca, tiahuanaco-huari, chibcha y mexica. También se ha sugerido contacto con pueblos del Pacífico, japoneses o polinesios, aunque sobre este aspecto existe todavía mucho debate. A inicios del siglo XV de la era cristiana, la nación cara, dirigida por la Dinastía Shiri, comenzó a expandirse al norte y centro de la pre-cordillera andina. Los cara se asentaron en el reino de Quito, que era la unidad mayor de una confederación que no ha dejado registros históricos. En la misma época, tanto la nación Chimú, proveniente de la zona costera norte del Perú, como el Imperio Inca, comenzaron a ejercer presión sobre los cara y demás pueblos asentados en la región.

En 1478 el inca Topa Yupanqui unificó los pueblos agrícolas ecuatorianos. En pocos años, la región norte del Tahuantisuyu adquirió gran importancia económica y Quito fue su centro comercial. Pero la rivalidad por la sucesión entre el quiteño Atahualpa y el cuzqueño Huáscar disminuyó el poderío del imperio.

De esta situación sacaron partido los conquistadores españoles, quienes al mando de Sebastián de Benalcázar sometieron al Reino de Quito en 1534. Durante la primera época del período colonial, el territorio formó parte del Virreinato del Perú, como Real Audiencia de Quito. Los textiles crudos eran por entonces la única industria de la Real Audiencia de Quito.

Con el reordenamiento efectuado por los Borbones en 1717 Quito pasó a integrar el Virreinato de Nueva Granada, que comprendía los actuales territorios de Ecuador, Colombia, Panamá y Venezuela. En 1809 se efectuó en Quito un levantamiento contra la autoridad de la corona. En 1822, invadiendo desde Colombia, los ejércitos del Simón Bolívar y Antonio José de Sucre apoyaron a los rebeldes patriotas. El 24 de mayo de ese año en Pichincha, cerca de Quito,

Sucre venció a los españoles y aseguró la emancipación de Ecuador, que de esta manera se incorporó al proyecto bolivariano de la Gran Colombia.

En 1830 la Real Audiencia de Quito se separó de la Gran Colombia y adoptó el nombre de República del Ecuador.

En 1895 la Revolución Liberal comandada por Eloy Alfaro activó las esperanzas de las mayorías campesinas acerca de una solución a la cuestión agraria. Los bienes de la Iglesia se estatizaron, pero los latifundios no fueron afectados. Alfaro fue asesinado en 1912.

En 1914 Ecuador cedió a Colombia el territorio comprendido entre los ríos Caquetá y Putumayo. El presidente electo en 1916 –el liberal Alfredo Baquerizo Moreno– instauró la jornada laboral de 8 horas.

Un golpe militar en 1925 abrió un nuevo período reformista, pero el régimen no sobrevivió a la crisis económica mundial de 1929. Se abrió un período de inestabilidad, con 23 cambios presidenciales entre 1925 y 1948.

En 1941, tras una breve guerra con Perú, Ecuador debió renunciar a sus reivindicaciones de soberanía sobre una extensa parte de la Amazonia, perdiendo la provincia El Oro. El Protocolo de Paz firmado en 1942 en Río de Janeiro, con Argentina, Brasil, Chile y Estados Unidos como garantes, estableció la frontera entre ambos países, pero gran parte de ella quedó sin demarcar en el territorio.

En 1944 una insurrección popular derrocó al presidente Carlos Arroyo. Se instauró un gobierno populista encabezado por José María Velasco Ibarra e integrado por conservadores, comunistas y socialistas, bajo el nombre de Alianza Democrática. La Guerra Fría hizo imposible esa alianza y pronto la izquierda comenzó a ser perseguida. En 1962, bajo la presión de Estados Unidos, el gobierno de Carlos Arosemena rompió relaciones con Cuba.

En 1972 Ecuador comenzó a exportar petróleo, el que se transformó en el primer rubro de la economía, sustituyendo al plátano, el café y el cacao. Ese mismo año cambió también la situación política. El anciano líder populista Velasco Ibarra fue depuesto por cuarta vez por las Fuerzas Armadas. Durante el gobierno del general Guillermo Rodríguez Lara el país se incorporó a la OPEP, el Estado adquirió 25% de las acciones de la Texaco-Gulf e hizo una

intransigente defensa de las 200 millas de mar territorial ante las pretensiones pesqueras de EE.UU, lo que originó la llamada «Guerra del Atún».

En agosto de 1979 asumió la presidencia Jaime Roldós, candidato de la Concentración de Fuerzas Populares y de la Democracia Popular. Ecuador restableció las relaciones diplomáticas con Cuba, China y Albania, y el gobierno trató de aplicar un programa que incluía la integración de poblaciones rurales y urbanas marginadas, pero debió enfrentarse con un parlamento hostil y con la oposición estadounidense. A su política de promoción de los derechos humanos y contraria a las dictaduras reinantes en América del Sur.

A fines de enero de 1981 estalló la «Guerra de los Cinco Días» entre Ecuador y Perú, con escaramuzas en zonas fronterizas mal delimitadas por el Protocolo de 1942.

Ese mismo año, un accidente de aviación nunca aclarado provocó la muerte de Roldós, y asumió el mando el vicepresidente Osvaldo Hurtado. Al año siguiente se produjo una honda crisis social causada por la puesta en práctica de las recetas del FMI y, además, por la intención cada vez más ostensible de igualar el aparato bélico de las fuerzas armadas peruanas.

En la década siguiente, la presidencia de Durán Ballén impulsó la privatización de empresas estatales y un rígido ajuste estructural, pero la economía no mejoró. Esto favoreció el acceso a la presidencia de Abdalá Bucaram, quien (tras ser declarado «insano» por el parlamento) fue depuesto a raíz de los fuertes tarifazos que decretó sobre servicios esenciales. Lo sustituyó Jamil Mahuad.

En 1990 el movimiento indígena irrumpió por primera vez en el escenario político. Desde esa fecha, además de presionar a través de la Confederación de Nacionalidades Indígenas de Ecuador (CONAIE) para que la Constitución de 1997 reconociera el carácter de pluriculturalidad y multiétnicidad del Estado.

En medio de manifestaciones en todo el país, Mahuad anunció la dolarización de la economía, lo que precipitó el levantamiento de los indígenas, quienes invadieron el Parlamento y la Casa de Gobierno, con la ayuda de grupos militares. Una junta gubernamental formada por representantes del ejército, el poder judicial, los indígenas y los sindicatos, fue aclamada por la población. Sin embargo, presiones de Estados Unidos determinaron el arresto de los militares

insurrectos y que Mahuad fuese sustituido por el vicepresidente Gustavo Noboa, militante del Opus Dei, que en abril de 2000, implementó la dolarización.

Grupos indígenas de Sucumbíos y Orellana –provincias del noreste– reclamaron en febrero de 2002 que la producción petrolera del país se llevara a punto muerto y declararon la huelga.

Protestaban contra la construcción de un nuevo oleoducto a cargo del consorcio OCP Ecuador S.A. Como compensación por los daños de la construcción, reclamaban que la empresa entregase 10 millones de dólares para obras sociales en compensación por los daños. Luego de 15 días, el conflicto culminó con cuatro muertos y casi tres millones de dólares de pérdidas por la suspensión de los bombeos.

Lucio Gutiérrez, un coronel retirado que participó en la insurrección contra Mahuad, y el magnate bananero Álvaro Noboa (sin parentesco con el ex presidente Gustavo Noboa) alcanzaron la segunda vuelta electoral realizada el 24 de noviembre. Gutiérrez, al frente del Partido Sociedad Patriótica (PSP), ganó la presidencia con el 54,3% de los votos.

El ex presidente Gustavo Noboa –quien enfrentaba cargos de corrupción durante su gobierno– se exiló, en agosto de 2003, en República Dominicana. En octubre comenzó el juicio contra una empresa subsidiaria de la compañía petrolera Chevron-Texaco, acusada de destruir grandes extensiones selváticas y contaminar tierras y ríos de la provincia de Nueva Loja.

En noviembre, el presidente Gutiérrez fue acusado de recibir dinero de individuos vinculados al narcotráfico para su campaña política, lo que derivó en la renuncia de todo su gabinete ministerial.

Tras diez días de violencia en las cárceles, en abril de 2004 la policía pudo recobrar el control de los centros de detención que albergaban a unos 11 mil reclusos. Las protestas, que exigían mejoras en las condiciones de reclusión, derivaron en sangrientas disputas entre bandas rivales.

Luego de la concluyente derrota del PSP en las elecciones locales de octubre, la oposición pidió la renuncia de Gutiérrez, lo que fue desestimado por el presidente.

En agosto de 2005, una ola de protestas antigubernamentales, por presuntos casos de corrupción, desembocaron en la destitución de Gutiérrez por parte del Congreso. En su lugar asumió el vicepresidente Alfredo Palacio.

En la segunda vuelta de las elecciones presidenciales de noviembre de 2006 resultó vencedor, con el 57% de los sufragios, el economista y dirigente de izquierda Rafael

Correa. En enero de 2007, en su primer discurso como presidente, Correa declaró que «el nefasto ciclo neoliberal ha sido definitivamente superado en América del Sur»; también anunció que lucharía por el ingreso de Ecuador al Mercosur para unificar los procesos integracionistas de América.

En abril se llevó a cabo un referendo para convocar una Asamblea Constituyente y comenzar la redacción de una nueva Constitución. La convocatoria fue aprobada con el 78% de los votos, lo que fue catalogado por analistas internacionales como un triunfo histórico para Correa, su principal promotor.

#### 1.4. Indicadores socioeconómicos

---

Tras la crisis financiera de finales de siglo Ecuador experimenta una fuerte recuperación que en buena medida es debida a sectores como el petróleo y el incremento del barril de crudo, siendo el país excesivamente vulnerable a crisis externas, desastres naturales y la inestabilidad institucional.

Así la nueva recuperación lleva a apoyarse en los ingresos del petróleo, en las remesas del exterior una vez la inflación del país llegó a niveles normales.

Las vulnerabilidades del país se manifiestan de tres formas principalmente: la económica, donde las exportaciones están poco diversificadas, apoyándose fundamentalmente en el petróleo, el banano y el camarón; la vulnerabilidad geográfica, manifestándose en desastres naturales como terremotos, erupciones, deslaves, derrumbes y sumados a efectos como el Niño; la institucional que se ha visto en la gran cantidad de presidentes en un corto periodo de tiempo, aunque en la actualidad parece haber un periodo de estabilidad en ese sentido aunque no libre de tensiones.

Haciendo un pequeño repaso de los indicadores económicos de Ecuador encontramos que en 2009 con datos de 2007 el Índice de Desarrollo Humano (IDH) es de 0,806, este índice busca una definición más amplia del bienestar aportando una medida compuesta de tres dimensiones:

- Una vida larga y saludable, medida a través de la expectativa de vida.
- Ser educado, medido por la tasa de analfabetismo en adultos.
- La matriculación a nivel primario, secundario y terciario y por un nivel de vida decente, medido por la paridad de poder de compra o PIB *per cápita*.

Así el IDH de 2009 sitúa a Ecuador en el puesto 80 de 182 países, mejorando aunque no en términos relativos, como también se refleja en el puesto 77 del año anterior y en el IDH de 2007 igual a 0,772 estando en el puesto 89 de 177 países, 0,769 en 2006 y puesto 87.

El coeficiente de Gini, que mide la desigualdad a partir de la curva de Lorenz, siendo uno la igualdad total, en Ecuador en Junio 2010 es de 0,5188, con una evolución favorable en los últimos años.

El PIB de Ecuador ha pasado de 15.933,666 millones de dólares en 2003 a 22.090,18 millones en 2007, con una tasa de crecimiento anual del 0,4% en 2009 y 7,2% en 2008 según datos del Banco Central del Ecuador (BCE).

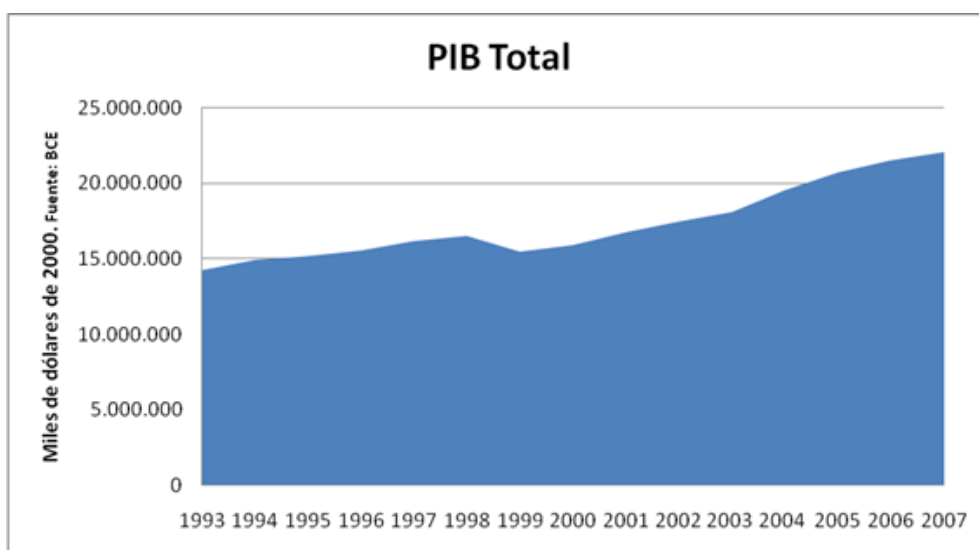


Ilustración 1 Evolución del PIB



## 2. Bibliografía

---

- [www.inec.com](http://www.inec.com);
- [www.ecuadorencifras.com](http://www.ecuadorencifras.com);
- [www.bce.fin.ec](http://www.bce.fin.ec);
- [www.turismo.gob.ec](http://www.turismo.gob.ec);
- [www.ambiente.gob.ec](http://www.ambiente.gob.ec);
- [www.pnud.org.ec](http://www.pnud.org.ec);
- <http://coin.fao.org/cms/world/ecuador/InformacionSobreElPais.html>;
- [www.guiadelmundo.org.uy](http://www.guiadelmundo.org.uy)

### III. ESTADO DEL ARTE DE LA PESCA EN ECUADOR

#### 1. Pesca nivel internacional

---

La suma mundial total de la producción de la pesca de captura y la acuicultura fue de unos 144 millones de toneladas en 2006, de las cuales algo más de 33 millones fueron destinadas a la elaboración de harina y aceites de pescado. Así se destinaron unos 110 millones al consumo humano, teniendo un suministro per cápita teórico de 16,7kg, equivalente en peso vivo.

El pescado es un valioso suplemento en dietas diversificadas y nutritivas contribuyendo a la seguridad alimentaria, en promedio proporciona unas 20-30 kilocalorías por persona al día, y los productos pesqueros aportan a 2900 millones de personas al menos el 15% del aporte medio de proteínas animales y a más de 1500 millones casi el 20%, siendo una fuente valiosa de proteínas, pero no solo, sino también de micronutrientes, minerales y ácidos grasos fundamentales.

La pesca y la acuicultura es una actividad de gran importancia para la subsistencia de un gran número de persona; 43,5 millones de personas de manera directa estaban dedicada a estas actividades en 2006 ya fuera a tiempo parcial o a tiempo completo. La mayoría de los pescadores están dedicados a actividades a pequeña escala y artesanales con recursos costeros o artesanales.

Además de las personas dedicadas de manera directa a la pesca y la acuicultura, existe un gran número de personas involucradas de manera indirecta en una gran variedad de actividades, como son a la elaboración del pescado y fabricación de la maquinaria necesaria, la fabricación y reparación de redes y de maquinaria, a la fabricación y distribución de hielo, la construcción y el mantenimiento de las embarcaciones, el empaquetado, la comercialización y la distribución; además de personas dedicadas a la investigación, el desarrollo y la administración en el sector pesquero.

Existen datos que calculan que por cada persona trabajando de manera directa en la producción hay cuatro aproximadamente trabajando en actividades secundarias, un total de 170 millones en toda la industria pesquera, si se cuenta con las personas dependientes de estas, una media de tres, se garantizan medios de subsistencia a un total de 520 millones de personas.

***“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”***  
*Proyecto 082/ Cuaderno 1*

Internacionalmente las mujeres desempeñan un trabajo importante en el sector pesquero, millones de mujeres en todo el mundo, particularmente en países en desarrollo, trabajan en el sector pesquero participando como empresarias y como mano de obra antes, durante y después de la captura, ya sea en la pesca artesanal como en la industrial.

En lo relativo a las poblaciones de peces a nivel mundial, el 28% de ellas están sobreexplotadas (19%), agotadas (8%) o en recuperación (1%) después de haber estado agotadas según datos de 2007, no aprovechando su máximo potencial por la excesiva pesca, proporciones que se han mantenido relativamente estables los últimos 10-15 años.

En concreto, tomando algunos ejemplos, el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) está plenamente explotado en el océano Atlántico y Pacífico, mientras algunas poblaciones de bonito barrilete (*Katsuwonus pelamis*) están plenamente explotadas y otras siguen registrándose como moderadamente explotadas, sobretodo en el océano Pacífico e Índico, con lo que podrían ofrecer unas limitadas posibilidades de incremento en su producción, pero casi imposibles sin afectar negativamente al atún ojo grande (*Thunnus obesus*) y al atún aleta amarilla.

La proporción de poblaciones sobreexplotadas, agotadas y en recuperación oscila entre el 20 % y el 52 % en todas las áreas excepto en el Pacífico noroccidental, en el Pacífico centro-occidental y en el Pacífico centro-oriental, donde es del 10% o inferior.

Globalmente el 80% de las 523 poblaciones seleccionadas de las que se dispone de información han sido registradas como plenamente explotadas o sobreexplotadas, o agotadas y en recuperación. La situación de plenamente explotadas no es mala, siempre que se haya llegado a ella a través de una ordenación eficaz y precautoria.

Combinando los porcentajes se refuerzan las observaciones de que probablemente se hayan alcanzado los máximos potenciales de captura de las poblaciones naturales de los peces de los océanos del mundo, por lo que es necesario un enfoque más prudente y controlado.

La situación de algunos recursos altamente migratorios, transzonales y otras poblaciones que se pescan en alta mar parece más crítica, como la situación de los tiburones oceánicos.

En países en desarrollo con temperaturas tropicales muchas veces se pierde gran parte de la calidad de las capturas debido al uso deficiente del hielo, a las largas cadenas de distribución o una cadena de frío deficiente.

Se considera que todo ello y los hábitos de los consumidores, hace que las formas de comercialización del pescado se emplea vivo y fresco (60,1% del pescado destinado al consumo humano en 2006) ahumado o fermentado (10%), con un aumento de los productos congelados (19%) y preparados o en conserva (19%) en los últimos años.

## 2. Pesca Ecuador

---

La pesca en Ecuador tiene una importancia socioeconómica realmente grande, tanto a nivel de ingresos, ya que en muchas poblaciones costeras es una fuente importante, como a nivel de abastecimiento del mercado interno, de hecho la pesca artesanal es la principal fuente de productos frescos para el mercado interno.

El consumo aparente es de 7,2 Kg/persona/año. Las capturas de la pesca artesanal, estimadas entre 30.000 y 50.000 TM/año, aportarían alrededor del 50 % de los productos pesqueros que se consumen internamente, como productos frescos y la pesca industrial, el otro 50%, principalmente como productos enlatados.

Además las empresas pesqueras están obligadas a que en el mercado interno estén sus productos, en cierta proporción, para mejorar el nivel de la alimentación de las personas. (Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero, Art. 39).

El sector pesquero está estructurado en pesca Industrial y pesca artesanal y a su vez subdividido en diferentes tipos de pesquerías.

La pesca industrial está dedicada a peces pelágicos pequeños, pesca blanca y una flota moderna dedicada a peces pelágicos grandes, todos ellos con arte de cerco; con artes de arrastre existe una flota dedicada al camarón. Las embarcaciones tienen tamaños que van desde los pocos metros hasta los modernos atuneros.

En la pesca artesanal el abanico de capturas es muy amplio y las embarcaciones son todas pequeñas, las mayores de unos 10-12m, estando en muchos casos apoyadas por embarcaciones mayores para su desplazamiento y conservación de las capturas.

Ecuador forma parte de IATTC, COPESCAL, OLDEPESCA, IWC y es no parte cooperante de WCFPC.

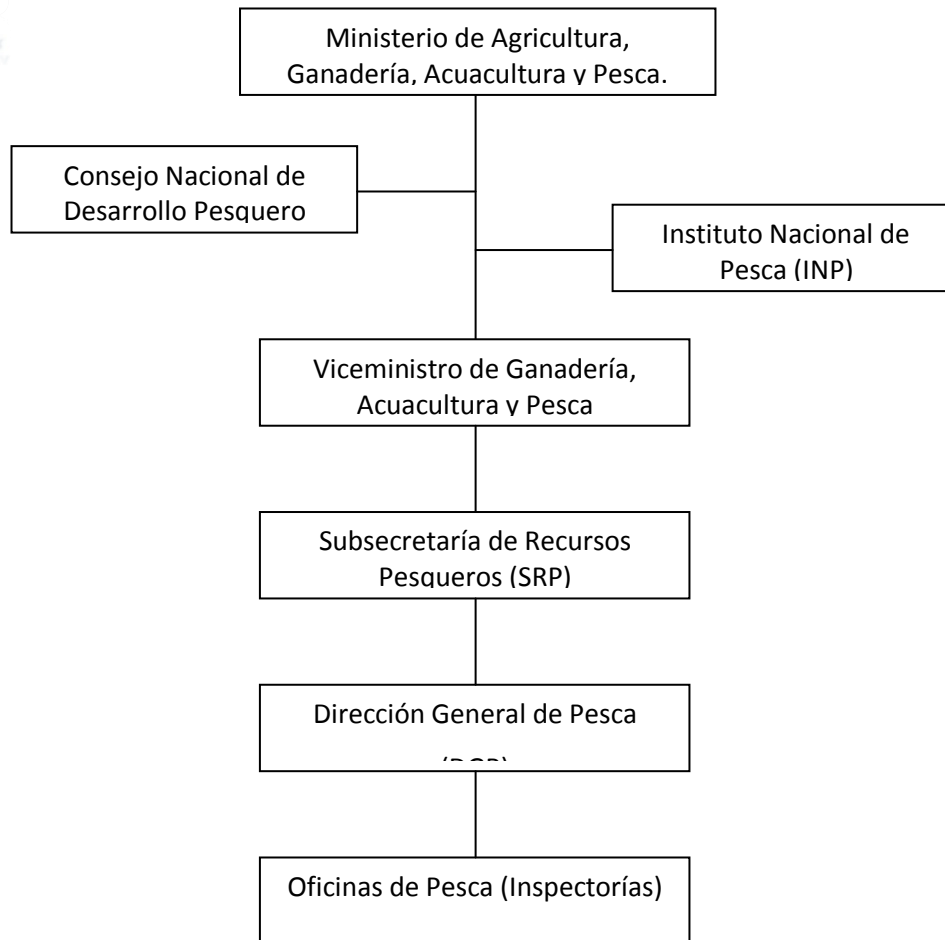
Así mismo Ecuador ratificó el Reglamento para las Faenas de Caza Marítima en las Aguas del Pacífico Sur, CPPS, 1952 (disposiciones obsoletas). También es parte del Convenio Internacional para Reglamentación de la Caza de Ballena, 1946 (Comisión Ballenera Internacional-CBI) y del Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de Delfines (APICD).

Ecuador reconoce los convenios internacionales de biodiversidad y otros relacionados con la protección ambiental y las guías y conceptos desarrollados recientemente, como el *Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO, 1995)*, como una referencia obligada para la ordenación y manejo de la pesca.

## 2.1. Sector público pesquero

---

La estructura orgánica del sector pesquero tiene varios niveles: el nivel de decisiones políticas y estratégicas globales que depende del Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero; la responsabilidad general de administración y relaciones intersectoriales en manos de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP); la administración en sí del sector donde la Dirección General de Pesca es el órgano especializado; y los servicios especializados de investigación, así como las certificaciones de calidad, de lo que se ocupa el Instituto Nacional de Pesca (INP).



**Ilustración 2. Organigrama del sector pesquero ecuatoriano**

### 2.1.1. Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero

Es una persona jurídica de derecho público, con sede en Guayaquil, que se encarga de establecer y orientar la política pesquera del país, siendo el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca el encargado de dirigir y ejecutar la política pesquera del país

Está integrado por el Subsecretario de Recursos Pesqueros, en representación del Ministerio del Ramo, que lo preside; el Ministro de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración o su delegado permanente; el Ministro de Finanzas o su delegado permanente; el Ministro de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca o su delegado permanente; el Director General de la Marina Mercante y del Litoral o su delegado permanente (teniendo en cuenta la prescripción del Art. 11 del D.E. 1111); y tres representantes de la Actividad Pesquera Privada: uno por la pesca industrial, uno por la acuicultura y uno por la pesca artesanal.

Siendo asesores el Director General de Pesca y el Director del Instituto Nacional de Pesca. (Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero, Art. 11 y Reglamento General a la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero, Decreto Nº 3198, Art. 4)

Entre las cuestiones que corresponden al Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero están:

- Aprobar los planes y programas de desarrollo del sector, así como los proyectos de investigación, y evaluar los resultados de los planes y programas.
- Dictaminar sobre los proyectos de leyes y reglamentos de acuerdo con la política pesquera del país.
- Fijar los porcentajes de producción que deben destinarse al mercado interno y los precios de expendio.
- Fomentar la formación y capacitación.
- Determinar las especies bioacuáticas que pueden ser explotadas, en base de los informes técnicos del Instituto Nacional de Pesca.

(Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero, Art. 12)

### **2.1.2. Instituto Nacional de Pesca**

El Instituto Nacional de Pesca (INP) nace del Acuerdo Básico entre el Gobierno de Ecuador y el Fondo Especial de las Naciones Unidas para la ejecución de Proyectos de Desarrollo Económico, a partir del Decreto Nº 582-a, del 5 de enero de 1961, iniciando sus actividades el 7 de Mayo del mismo año.

Por recomendación de la FAO pasa a ser un organismo especializado dedicado a investigación biológica, tecnológica y económica tendente a la ordenación y desarrollo de las pesquerías. (Decreto Ejecutivo Nº 1321 del 18 de octubre de 1966)

La misión y la visión del INP tal como constan en sus documentos son:

- Misión: brindar servicios y asesoramiento al sector pesquero-acuícola a través de la investigación y evaluación científica-técnica de los recursos hidrobiológicos y sus ecosistemas, para su manejo sustentable y para el aseguramiento de la calidad e inocuidad de los productos pesqueros y acuícola en todas sus fases de producción que como Autoridad Competente le corresponde.

- Visión: Institución líder en la investigación científica-técnica aplicada al uso sustentable de los recursos hidrobiológicos de la región del Pacífico Sudeste y en la prestación de servicios, como ente de referencia nacional e internacional en las acreditaciones y certificaciones del sector pesquero-acuícola.

Así mismo consta de los siguientes objetivos principales:

- Realizar investigaciones científicas y tecnológicas de los recursos bioacuáticos, basada en el conocimiento del medio ambiente y de los organismos que lo habitan con la finalidad de evaluar su potencial, diversificar la producción, propender al desarrollo de la actividad pesquera y lograr su óptima y racional utilización.
- Prestar asistencia científica y técnica a las actividades relacionadas con la investigación de los recursos bioacuáticos y sus actividades conexas.

Y cuenta con los siguientes laboratorios:

- Análisis Químico y Microbiológico de Alimentos

1.- Química de Alimentos

2.- Análisis de Alimentos

3.- Metales pesados

4.- Microbiología de Alimentos

5.- HPLC

- Ensayos de Productos de uso Acuícola.

- Fito y Zoo e Ictio Plancton.

- Química de agua y Sedimentos.

- Biología.

El INP está desarrollando el proceso “Investigación de los Recursos Bioacuáticos y de su Ambiente” (IRBA), que consta de dos subprocesos: la elaboración y ejecución de proyectos, y la evaluación de proyectos de los recursos bioacuáticos y de su ambiente.



Este proceso tiene como objetivo general, realizar las investigaciones de los recursos bioacuáticos y de su ambiente, con la finalidad de lograr conocimientos adecuados para el ordenamiento de la pesca del Ecuador. Entre sus objetivos específicos vemos el de asesorar a las autoridades pesqueras y al sector pesquero en la toma de decisiones respecto de la gestión, diversificación y el desarrollo sustentable de la pesca. Más adelante utilizaremos la documentación producida por dicho proceso para describir las capturas de la pesca artesanal.

### **2.1.3. Subsecretaría de Recursos Pesqueros**

La política y estrategia del Ecuador en materia pesquera se articula a través de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP), dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, siendo el ministro Ramón Leonardo Espinel Martínez.

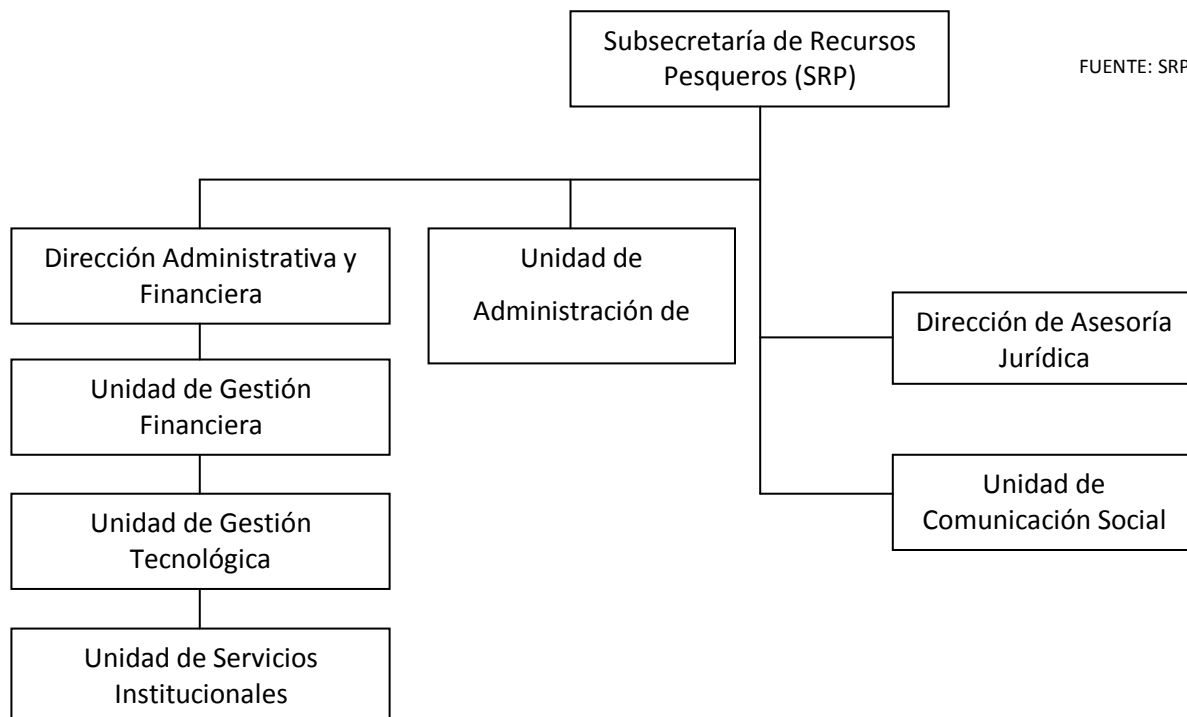
La sede de la Subsecretaría está en Manta.

La misión de la subsecretaría es: “Administrar, regular, controlar, desarrollar y difundir la actividad de la pesca industrial y artesanal, a través de la investigación básica y aplicada, innovación tecnológica, formación de recursos humanos altamente calificados, promoción de los productos en los mercados interno y externo, para la conservación y manejo sustentable de los recursos pesqueros en todo el Territorio Nacional”. (Art. 3; Base Legal de la SRP)

Tal como consta en sus documentos, sus responsabilidades y atribuciones son:

- a) Cumplir y hacer cumplir las leyes y reglamentos referentes al sector pesquero nacional;
- b) Elaborar los planes y programas de desarrollo pesquero y someterlos a la aprobación del Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero;
- c) Controlar y exigir el cumplimiento de las labores que deben realizar los demás organismos y dependencias del sector público pesquero;
- d) Coordinar las labores del sector público pesquero así como sus relaciones con el sector pesquero privado;
- e) Conformar comisiones para el estudio de asuntos concernientes a la actividad, ordenamiento y desarrollo del sector pesquero;

- f) Disponer la ejecución de los trámites administrativos pertinentes;
- g) Fomentar el crédito financiero pesquero y supervisar su utilización;
- h) Colaborar con los sujetos potenciales de crédito, especialmente con el sector artesanal, en la preparación de proyectos de inversión y operación que procuren financiamiento de mediano y largo plazo; y,
- i) Conocer los informes y aprobar los planes de las empresas pesqueras.



**Ilustración 3. Organigrama de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros**

También existe una subsecretaría de acuicultura siendo su cometido “administrar, controlar, desarrollar y difundir la actividad de la acuicultura en todas sus fases; a través de la investigación básica y aplicada, innovación tecnológica, formación de recursos humanos altamente calificados, promoción de los productos en los mercados interno y externo, para la preservación y manejo sustentable de los recursos acuáticos en todo el territorio nacional”. Creada mediante el Acuerdo Ministerial N° 89 del 19 de abril de 2007 y dependiente del mismo Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca.

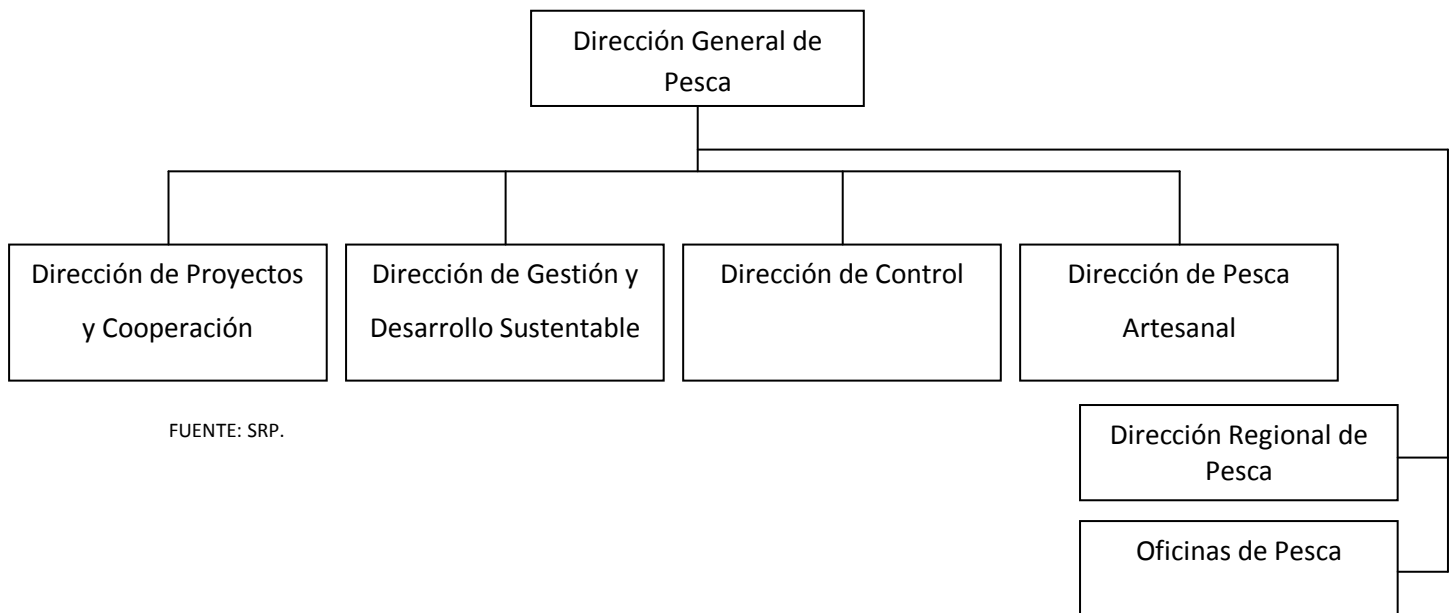
#### 2.1.4. Dirección General de Pesca

Es el órgano encargado de la dirección y control de la pesca, la captura y recolección de productos marítimos, fluviales y lacustres, así como la ejecución de los programas de gobierno en materia pesquera, el control de la industria y comercialización de la pesca. (Art. 16; Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero.)

Siendo parte de su misión propiciar el desarrollo sustentable, fomentar la capacitación del sector pesquero, la modernización de la flota pesquera y mejorar el nivel nutricional de la población.

Siendo sus atribuciones y responsabilidades:

- Ejecutar planes y programas de gobierno en materia pesquera.
- Emitir autorizaciones, permisos y certificaciones.
- Conocer, ordenar sanciones e infracciones pesqueras.
- Informar a la Subsecretaría de Recursos Pesqueros sobre la determinación de épocas de vedas para recursos bioacuáticos, en coordinación con el Instituto Nacional de Pesca.
- Ejecutar operativos de control en coordinación con otras instituciones del Estado, principalmente con la Armada del Ecuador.
- Impulsar la innovación y la transferencia tecnológica dirigida a la modernización del sector pesquero.
- Presentar informes periódicos la Subsecretario de Recursos Pesqueros.
- Establecer resoluciones de conflictos entre concesionarios y usuarios de la actividad pesquera.



**Ilustración 4. Organigrama de la Dirección General de Pesca**

Como se dijo anteriormente la estructura de la pesca está fuertemente diferenciada entre artesanal e industrial, la primera es el objeto principal de este proyecto, nos extenderemos en ello más adelante. De la segunda se hace aquí un breve resumen.

La flota pesquera industrial de Ecuador se divide en cerqueros atuneros cuyo objetivo son las tres especies de atunes: barrilete, aleta amarilla y ojo grande. La flota cerquera con objetivo hacia los peces pelágicos pequeños habiendo una parte dedicada a la llamada “pesca blanca”, la flota palangrera industrial dividida a su vez en la flota dirigida a atunes y la dirigida a la pesca blanca, la flota camaronera de arrastre que tiene como objetivo varias especies.

La flota industrial constaba en 2001 de 668 embarcaciones y 34.866 TRN, (Registro DGP, 2001).

La Comisión Interamericana del Atún Tropical, que regula la pesca del atún en esta zona considera que las tres especies se encuentran en la categoría de “explotadas”, habiendo presunción de sobreexplotación en el caso del Patudo.

La flota atunera consta de 106 embarcaciones (DGP, 2001): 77 buques que usan red de cerco (purse seiners); 8 buquescañeros (pole and line); y, 21 palangreros (longliners).

Los atunes se dedican principalmente a exportación, Ecuador exportó en 1999 el 72% de sus capturas de atunes, la mayoría congelado o enlatado.

La flota de cerco sardinera consta de 64 embarcaciones y la de pesca blanca de 79 embarcaciones (Registro DGP, 2001).

La producción de peces pelágicos pequeños se destina principalmente a la fabricación de harina aunque se está tratando, incluso mediante leyes, de que su dedicación al consumo humano directo aumente.

En cuanto a la sostenibilidad de los recursos el INP indicaba que existía sobreexplotación de la Pinchagua y el Chuhueco, la primera está dedicada al consumo humano directo pudiendo elaborarse harina únicamente con los desperdicios de la producción de enlatados, para el segundo existen vedas.

No se conocen los niveles de explotación de los peces demersales, no existiendo regulaciones al respecto, no obstante se estima que algunas especies como el pargo tienen una explotación importante y requeriría medidas regulativas urgentes.

Los desembarques de la flota camaronera de arrastre son destinados principalmente a la exportación, para consumo interno se destinan principalmente las especies más pequeñas.

Las tres especies de camarón blanco se consideran sobre explotadas, los camarones rojo, café y pomada estarían plenamente explotados, el camarón de profundidad medianamente explotado y el camarón pomada carapachudo no explotado. En los últimos años los niveles de captura se han visto reducidos drásticamente hasta llegar a niveles críticos.

Muchas de las especies acompañantes, son aprovechadas en el mercado interno para consumo humano directo y para la exportación de “pesca blanca”. Esta flota está regulada por vedas y regulaciones entre las que se encuentra la obligatoriedad del uso del “Dispositivo Excluidor de Tortugas Marinas” (DET) para buques langostineros y pomaderos. (Acuerdo Ministerial del 22 de abril de 1996)

Para estos existe la veda de langostino del 1 de Enero hasta el 28 de febrero y para los pomaderos del 1 de enero hasta el 31 de Marzo. (Acuerdo Ministerial Nº 165, del 4 de diciembre del 2009).

Dentro de la zonificación, aunque el resto de embarcaciones de pesca industrial no puede pescar dentro de las 8 millas desde el perfil costero, estas, si pueden hacerlo hasta la milla donde está prohibida toda pesca.

El método de pesca utilizado en esta pesquería, el arrastre, es el método más destructivo, arrasando todo el fondo por el que pasa la red con las puertas, destruyendo gran cantidad de ecosistemas a su paso a la vez que el porcentaje de capturas no objetivo es realmente alto, el número de especies acompañantes de 217 aproximadamente y los descartes son aproximadamente del 70-80 % de la captura.

La prioridad en el ordenamiento de esta pesquería es el control de la capacidad de pesca de la flota reduciéndolo hasta niveles que aseguren la sostenibilidad, de hecho en el Decreto No. 570 del 10 de abril de 1969, en su Art. 1, se lee: “Limitase la Flota Camaronera Nacional al número de existentes en la fecha de promulgación del presente decreto, incluidos aquellos buques que se encuentren en construcción”, de hecho se trata de conseguir su desaparición concediendo créditos para facilitarlos transformando las embarcaciones para ser dedicadas a otra pesquería que tenga menos problemas.

Según el Acuerdo Ministerial 017, Registro Oficial 022 del 22 de febrero del 2000, está prohibida la importación y construcción de buques dedicados a la pesca, norma que es aplicable a las embarcaciones de todas las pesquerías industriales. A este respecto, el Acuerdo 006-A (Registro Oficial 520, 22 de febrero de 2002), establece un plazo de 30 días para la inspección de embarcaciones pesqueras, cuya construcción fue autorizada por la Dirección General de Pesca, requisito que permitirá obtener la autorización necesaria para “*ejercer la actividad pesquera industrial*”.

Entre las organizaciones más importantes para la pesca industrial están:

- Asociación Ecuatoriana de Armadores de Barcos Pesqueros Camaroneros (ASEARBAPESCA).
- Asociación de Exportadores de Pesca Blanca del Ecuador (ASOEXPEBLA).
- Atunec (Asociación de Atuneros del Ecuador).
- Asociación de Armadores de Buques Pesqueros (ASEARBAPESCA).

### 3. Pesca artesanal de Ecuador

---

Dentro de la pesca artesanal de Ecuador podemos distinguir entre la pesca artesanal marítima del continente y la que se practica en las Islas Galápagos, así como la pesca de aguas continentales, de agua dulce.

La pesca artesanal marítima del continente se divide en tres pesquerías: pesca de recolección, pesca artesanal costera y pesca artesanal oceánica, considerándose aguas costeras las que se extienden desde la línea de costa hasta unas 70 u 80 millas náuticas.

Vemos así como la pesca artesanal de Ecuador tiene una gran variabilidad, además de respecto al alejamiento a la costa o en su interior, en cada caleta pesquera del norte al sur de la costa.

En Ecuador se estiman el número de caletas (puertos) pesqueras en 176. En la actualidad se está realizando un censo pesquero, en el momento de las consultas en la FENACOPEC estaba completado en un 44% de las caletas pesqueras, siendo el número de embarcaciones de 35.686 y el de pescadores de 46.700 y estimándose que a la finalización de este censo el número de embarcaciones artesanales estará en torno a las 66.000 y el de pescadores artesanales será aproximadamente de 120.000. Habiéndose estimado en el “Plan de Ordenamiento de la Pesca y la Acuicultura del Ecuador” de 2003 en 138 caletas, 56.068 pescadores artesanales y 15.494 embarcaciones artesanales en la zona continental y 1.000 pescadores con más de 500 embarcaciones en Galápagos.

Se describen aquí desde el manejo de los recursos costeros y la ordenación de la pesca, hasta los diferentes artes de pesca, las embarcaciones utilizadas y las especies que se capturan.

Ecuador tiene una larga tradición de manejo de los recursos costeros que llega a su culmen con el Programa de Manejo de Recursos Costeros, haciendo compatibles los usos de costa como la pesca, el turismo, los manglares y humedales y dándoles un enfoque de sostenibilidad.

Así mismo para conseguir la sostenibilidad de la pesca es necesaria su ordenación imponiendo vedas, una zonificación y demás legislación.

Casi todas las artes de pesca en este sector son artes pasivas, utilizándose sobre todo el palangre y el enmalle, y en menor medida el trasmallo. Siendo las embarcaciones desde donde se cala el arte, cada vez más, de poliéster reforzado con fibra de vidrio, habiendo también canoas, bongos, balsas, botes, pangas y barcos, con las que son capturadas una gran variedad de especies, cerca de 300, divididas en peces pelágicos grades, que en muchas ocasiones son exportados, peces demersales y camarones, y en menor grado peces pelágicos pequeños.

### 3.1. Política pesquera artesanal Ecuador

---

#### 3.1.1. Manejo Costero Integral

---

En Ecuador se ha hecho un trabajo importante en el campo del manejo integrado de las costas desde 1981, una de las definiciones utilizadas en estos trabajos es la expresada por los autores Knech y Archer en 1993:

“El Manejo Costero Integrado (MCI) es un proceso dinámico mediante el cual se toman decisiones para el empleo, el desarrollo y la protección de las áreas y los recursos costeros con vistas a alcanzar metas establecidas en cooperación con grupos de usuarios y autoridades nacionales, regionales y locales.

El manejo integrado de las costas reconoce el carácter distintivo de la zona costera -de por sí un recurso valioso- para las generaciones actuales y futuras.

El manejo integrado de las costas tiene varios propósitos: analiza las implicaciones del desarrollo, los usos conflictivos y las interrelaciones entre los procesos físicos y las actividades humanas, y promueve los vínculos y la armonización entre las actividades costeras y oceánicas de los sectores”.

Y que trata de solucionar problemas como algunos de los expuestos en el Plan de Ordenamiento de la Pesca y la Acuicultura del Ecuador: “la pesca y recolección en áreas estuarinas, especialmente de conchas y cangrejos, presentan niveles variables de sobreexplotación en las diferentes localidades a lo largo de la costa. Se suma a este problema, otros que afectan a la pesca y son de carácter social-ambiental, tales como la reducción de los ecosistemas de manglar, la ocupación desordenada del borde costero y el impacto de la contaminación en los principales estuarios, que son problemas cuyo tratamiento es fundamentalmente intersectorial”.



Los proyectos de manejo costero integral vienen en Ecuador desde el año 1986, con la primera fase del Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC) que duró hasta 2002. El primer periodo contó con los aportes económicos no reembolsables de USAID y el apoyo técnico de la Universidad de Rhode Island, el segundo periodo de esta primera fase se realizó con un préstamo reembolsable del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Finalmente en 2004 se consiguió un nuevo préstamo reembolsable con el BID hasta 2009, que constituye la fase II.

El objetivo general del PMRC es mejorar y ampliar el manejo costero integrado, apoyando la transferencia progresiva a nivel local, de competencias para el ordenamiento y manejo en la zona costera y de esta manera contribuir al uso sustentable de los recursos costeros y al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales de la franja costera continental del Ecuador.

Los principales temas que se han analizado son: pesca, turismo, manglares, contaminación ambiental, maricultura, manglares y humedales, manejo de desastres naturales, saneamiento ambiental, producción agropecuaria y cuencas hidrográficas.

Dentro de la temática de la pesca se realizaron censos costeros pesqueros artesanales para ayudar a “erradicar o mitigar las desigualdades e inequidades socioeconómicas de las regiones costeras y de sus habitantes en el país”; y de esta manera se podrán aplicar de mejor forma las medidas necesarias para realizar cambios y mejoras en el sector pesquero e implementar las políticas adecuadas para mejorar las condiciones de los pescadores artesanales e industriales del país”.

### **3.1.2. Política de manejo de la pesca. Ordenación**

La ordenación pesquera es de vital importancia para la conservación de los recursos, esta determinará la sostenibilidad y como consecuencia el mantenimiento de los puestos de trabajo que provee y con ello el sustento de las familias dependientes de dichos recursos, el aporte de riqueza y un consumo de pescado a precios aceptables.

Asimismo determina la tipología de embarcaciones necesarias para la pesca, según las zonas de pesca permitidas o que sigan manteniendo recursos, así como la regulación del esfuerzo

pesquero de la que dependen las embarcaciones para estar dentro de la ley o las facilidades mecánicas que se pueden introducir en ellas.

El “Plan de Ordenamiento de la Pesca y la Acuicultura del Ecuador” (en adelante Plan de Ordenamiento) es el marco de referencia para el manejo de los recursos bioacuáticos. Siendo la Subsecretaría de Recursos Pesqueros la responsable de su ejecución, de manera incremental, y de proponer al Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero actualizaciones del mismo.

Los proyectos para la explotación de los recursos bioacuáticos conseguirán fundamento con la mejor información científica disponible, teniendo siempre en cuenta lo social, económico y ambiental. La tendencia de las actividades será, según el Plan de Ordenamiento, hacia la diversificación de la producción, la incorporación de mayor valor agregado, la mejora tecnológica, la obtención de productos de alta calidad y la ampliación de los mercados, tanto en el ámbito nacional como en el internacional.

Este Plan de Ordenamiento se desarrolla siguiendo un enfoque por pesquerías y subsectores. Asimismo dice que el enfoque ecosistémico se realizará mediante concertación decidiendo por consenso.

La pesca y la acuicultura de Ecuador se ejercen dentro del marco de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero, en adelante Ley de Pesca, promulgada en 1974. La adecuación se ha realizado mediante la expedición de Decretos Ejecutivos, Decisiones del Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero, Acuerdos Ministeriales y de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros. La actualización de la Ley de Pesca es considerada un factor crítico dentro del régimen legal.

La SRP está preparando la actualización de la Ley de Pesca que se considera antigua, y está elaborando propuestas de mejora hacia un diálogo entre la pesca artesanal y la industrial.

En la Ley de Pesca uno de los puntos más conflictivos es el que distingue entre la pesca artesanal y la industrial, el Artículo 21 dice literalmente:

a) Artesanal, cuando la realizan pescadores independientes u organizados en cooperativas o asociaciones, que hacen de la pesca su medio habitual de vida o la destinan a su consumo doméstico, utilizando artes manuales menores y pequeñas embarcaciones;

b) Industrial, cuando se efectúa con embarcaciones provistas de artes mayores y persigue fines comerciales o de procesamiento;

Dentro de la primera el Artículo 22 dice: la pesca artesanal está reservada exclusivamente a los pescadores nacionales.

Y el Artículo 23 hace referencia a la organización de los pescadores artesanales en cooperativas u otras asociaciones que les permitan gozar de la asistencia técnica, crediticia y demás beneficios legales, esta organización se propiciará por el ministerio del ramo a través de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros.

El Artículo 21 incluye también en los literales c) y d) definiciones para la pesca de investigación y la pesca deportiva.

Esta ley de pesca ha tenido pocas modificaciones, la última, en el año 2005, pero sin cambiar lo esencial.

Dentro de la normativa pesquera el Reglamento de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero que desarrolla la Ley de Pesca y nos da claves importantes para este proyecto, además de confirmar nuestro alineamiento con las políticas del país en el Artículo 20 dice “el Estado dará prioridad a los proyectos de asistencia artesanal (...)”.

En lo concreto el Artículo 12 hace constar que los pescadores artesanales no tendrán límite en los volúmenes de pesca para seguir gozando de los beneficios de la Ley de Pesca, siempre que pertenezcan a una cooperativa.

Así mismo nos da las referencias de los organismos encargados de los permisos de construcción, instalaciones de seguridad y algunas otras. Para la construcción y reparación se requerirá un informe favorable de la Dirección General de Pesca, previo trámite en la Dirección de la Marina Mercante y del Litoral, ahora Dirección Nacional de los Espacios Acuáticos (DIRNEA). Y las capitanías de puerto son las encargadas de exigir todos los elementos e instalaciones necesarias para la seguridad, comodidad e higiene y también de que se disponga de víveres suficientes para un tiempo mayor al de la operación de pesca programada.

Otras leyes que afectan a la pesca son:

- Ley de Gestión Ambiental (RO 245, 30 de julio de 1999).
- Ley de Régimen Especial para la Conservación y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Galápagos (RO No. 278, 18 marzo de 1998).
- Ley de Promoción y garantías de las Inversiones (No. 46, RO 219, 19 diciembre de 1997).
- Ley de Facilitación de las Exportaciones (No. 56, RO 341, 22 de diciembre de 1989).

### 3.1.3. Zonificación

Para la zonificación según el proyecto del Plan de Ordenamiento dedicado a ello, se deben considerar los intereses en juego, condiciones ecológicas, poblaciones de especies en explotación y su intensidad, factores sociales, económicos y legales, así como los requisitos para el cumplimiento de los objetivos.

La zonificación realizada por los organismos competentes comprende tres zonas principales a partir del perfil costero continental, la que va del perfil costero hasta la distancia de una milla, la que llega desde allí a las 8 millas y el resto. (Siempre millas náuticas).

El Acuerdo Ministerial Nº 080 Declara que la zona comprendida dentro de las 8 millas es área de reserva exclusiva para los pescadores artesanales.

En el Artículo 3 de dicho Acuerdo se dispone que dentro de la zona de pesca reservada exclusivamente para los pescadores artesanales podrán realizar faenas de pesca la flota pesquera camaronera de arrastre, con sujeción a la Ley de Pesca y su reglamento. Con lo que es la única flota industrial que puede faenar en esta zona.

La zona que comprende desde una milla hasta el perfil costero es de reserva para la producción de especies bioacuáticas, donde se prohibió toda actividad pesquera (Acuerdo Ministerial Nº 03 316), el Acuerdo Ministerial Nº 134 modificó el anterior Acuerdo ya que el sector pesquero artesanal planteó en reiteradas ocasiones su modificación.

Por lo tanto en esta zona se permite: (Art. 2)

- a) La recolección, extracción o captura manual de crustáceos y moluscos por parte de pescadores artesanales tradicionales.

- b) La utilización de artes de pesca tradicionales artesanales como atarraya, línea de mano.
- c) Pesca deportiva con línea de mano y/o caña de pescar
- d) Captura de ostras u otros moluscos mediante buceo a pulmón.
- e) Buceo deportivo, no extractivo.
- f) Buceo deportivo, extractivo en APNEA o a pulmón.
- g) La extracción de los recursos existentes bajo todas las modalidades de pesca, únicamente para fines científicos.

Se permite también el uso de chinchorro de playa (Art. 3) y de la red caletera (Art. 4), esta última para uso exclusivo en Puná, con unas características determinadas.

También hay permisiones para los estuarios con algunas restricciones. (Art. 5)

Prohibiéndose explícitamente toda actividad de pesca industrial, pesca extractiva con todo tipo de artes de captura masiva, tanto industrial como artesanal, las redes monofilamento, redes larveras y el uso de explosivos y compuestos químicos para la captura. (Art. 6)

#### **3.1.4 Vedas y regulaciones sobre tamaños especies y artes**

La veda es una forma, dentro de la ordenación, de conservar el recurso, dejando de pescar principalmente en la época de reproducción de la especie, consiguiendo que la reproducción sea exitosa y aumente de esta manera la biomasa del recurso, siendo mayores los beneficios tanto económicos como sociales y medioambientales.

El Art. 43 de la Ley de Pesca dice que es una obligación de las personas naturales o jurídicas “sujetarse a la reglamentación sobre tamaño, períodos de veda y otras disposiciones relacionadas con la protección de los recursos, manejo de los mismos y la técnica, higiene y calidad de la producción”; así como “utilizar los equipos o sistemas aconsejados por la técnica para evitar la contaminación ambiental”. En este mismo sentido el Código de la Policía Marítima en su Art. 105 dice “es prohibida la pesca de las especies en su correspondiente época de veda (...)”.

La investigación biológica la lleva a cabo el Instituto Nacional de Pesca, que reporta sus conclusiones por internet y a la subsecretaría de pesca, la cual lo eleva para que se haga un acuerdo ministerial que imponga las vedas si es pertinente.

Un resumen de las vedas se ve en el cuadro siguiente:

<i>Especie</i>	<i>Veda</i>	<i>Periodo</i>		<i>Acuerdos</i>
Larva de camarón ( <i>Lytopenaeus ssp.</i> )	Prohibición de la captura y uso de redes larveras en todo el territorio nacional	INDEFINIDA		Acuerdo Nº 106, RO Nº 685 del 17 de octubre de 2002
Pepino de mar ( <i>Isostichopus fucus</i> )	En la costa continental, prohibición de captura, extracción, transporte, procesamiento y comercialización interna y externa.	INDEFINIDA		Acuerdo Nº 147, RO Nº 26, del 15 de Septiembre de 1992
Tortuga marina	Se considera a todas las especies existentes en aguas ecuatorianas, protegidas por el Estado. Prohibición de captura, procesamiento y comercialización interna y externa.	INDEFINIDA		Acuerdo Nº 212, RO Nº 581, del 12 de Diciembre de 1990
Ballenas ( <i>Megaptera novaenglidae</i> )	Considéranse protegidas por el Estado todas las especies de ballenas presentes en aguas territoriales, se prohíbe toda actividad que atente contra la vida de estos mamíferos marinos.	INDEFINIDA		Acuerdo Nº 196, RO Nº 458, del 14 de Junio de 1990
Recursos bioacuáticos existentes en el embalse de Chongón	Veda para la captura, transporte, procesamiento y comercialización interna y externa.	INDEFINIDA		Acuerdo Nº 0231, RO Nº 137, del 25 de Agosto de 1997
Especies bioacuáticas	Período de veda	10-Ene	10-Mar	Acuerdo Nº 027, RO

de la provincia de Los Ríos	delas especies bioacuáticas de la provincia de Los Ríos en el periodo de reproducción.	c/año	c/año	Nº 563, del 12 de abril del 2005
Concha Prieta ( <i>Andara tuberculosa</i> y <i>A. similis</i> )	Veda total en el período de reproducción. Después del período de veda: talla mínima de extracción y comercialización.	PERMANENTE		Acuerdo Nº 149, RO Nº 412, del 27 de Agosto de 2008
Cangrejo ( <i>Ucides occidentalis</i> y <i>Cardiosoma crassum</i> )	Reforma al período de veda de estas especies. Veda de reproducción. Veda de la muda.	15-Ene c/año	15-Feb c/año	Acuerdo Nº 016, RO Nº 284, del 3 de Marzo de 2004
		15-Agt c/año	15-Sept c/año	
Langosta ( <i>Panulirus gracilis</i> y <i>P. peniciliatus</i> )	Veda total en la costa continental para la extracción, tenencia, procesamiento, transporte y comercialización interna y externa. Y siempre igual o mayor de 26cm de LT.	16-Ene c/año	16-Jun c/año	Acuerdo Nº 182, RO Nº 477, del 19 de Diciembre de 2001
Chuhueco ( <i>Cetengraulis mysticetus</i> )	Veda total	1-Ene c/año	30-Jun c/año	Acuerdo Nº 183, RO Nº 475, del 17 de Diciembre de 2001
Pinchagua ( <i>Opisthonema ssp.</i> )	Veda total	1-Mar c/año	31-Mar c/año	
		1-Sept c/año	30-Sept c/año	
Dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> )	Prohibición de captura dirigida, transporte, posesión, procesamiento y comercialización de especies en talla inferior a 80 cm.	-----		Acuerdo Nº 031, RO Nº 451, del 27 de Octubre de 2004
Atún ( <i>Thunnus albacares</i> , <i>Thunnus</i> )	Prohibición de captura a los barcos	1-Agt (2009) hasta 28 Sept (2009)		Acuerdo Nº 099, del 23 de Julio de 2009

<i>obessus, Katswonus pelamis)</i>	atuneros de clase 4-5-6.	21-Nov (2009) hasta 18 Ene (2010)	
		Zona prohibida de pesca: desde el litoral costero hasta la W150º y N40º-S40º	
		Los barcos de clase 4-5-6 no pueden pescar desde el 29 de Sept. Hasta el 29 de Oct 2009. Zona prohibida de pesca: W96º hasta W110º y N4º-S3º	
Concha Spondylus ( <i>Spondylus calcyfer</i> y <i>Spondylus princeps</i> )	Veda permanente	Veda permanente	Acuerdo Nº 136, del 2 de Octubre de 2009
Tiburón ( <i>Rhincodon typus</i> , <i>Cetorhinus maximus</i> , <i>Cacharodon carcharias</i> )	En el caso de captura incidental de ejemplares vivos o muertos deberán ser regresados al mar.	PERMANENTE	Decreto Ejecutivo 486, del 23 de Julio de 2007
Camarón (Langostino y pomada)	Veda para la captura, transporte, procesamiento y comercialización interna y externa.	Sector pesquero artesanal: 15 Dic 2009.  Flota pesquera arrastrera industrial: Langostino (1 Enero hasta 28 Febrero 2010) Pomada (1 Enero hasta 31 Marzo 2010)	Acuerdo Nº 165, del 4 de Diciembre de 2009

**Tabla 1. Resumen de Vedas. Fuente. Acuerdos Ministeriales**

Además de las vedas y las limitaciones directas en el tamaño de las capturas, las limitaciones en las características de las artes de pesca facilita la conservación de los recursos, impidiendo en muchos casos la captura de peces no maduros, que de esta manera tendrán la posibilidad de reproducirse y contribuir doblemente al aumento de la biomasa, tanto por los peces incorporados a la población como por su aumento de tamaño.



En relación a estas reglamentaciones algunas de las limitaciones más importantes son las que siguen:

- Para la pesca de dorado, y para cumplir con el tamaño mínimo está permitido el palangre o espinel “fino” o “duradero” con tamaño de anzuelo N° 4 ó 5 del tipo “jota” o anzuelo circulares de tamaño número 14 ó 15. (Art. 3; Acuerdo Ministerial 31)
- Sólo para el caso de Puná, se permite el uso de redes caleteras con los siguientes límites: una sección inferior de tamaño no superior a 0,8 metros de PA (poliamida) multifilamento, con ojo de malla efectivo no menor de 38mm (1 ½); y una sección superior con altura complementaria al alcance de la marea en su máxima pleamar con ojo de malla efectivo no menor de 63mm (2 ½). (AM 134, art 4)
- El taponamiento de estuarios, bocas de estuarios o desembocaduras de ríos y esteros está prohibido. (AM 134, Art. 5)
- Además “La introducción, implementación o uso de otro arte de pesca artesanal requerirá de un estudio previo de impacto ecológico por parte del Instituto Nacional de Pesca y la respectiva aprobación del Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero (CNDP).”(Art. 7 del Acuerdo Ministerial 134)

Un aspecto importante de la pesca en Ecuador son las capturas incidentales, en su mayoría de tiburón, habiendo también rayas, tortugas y aves.

Los elasmobranquios se caracterizan por su baja fecundidad y largo período de gestación, lo que les lleva a tener un escaso potencial reproductivo; bajo ritmo de crecimiento y gran longevidad, que determinan las bajas tasas de crecimiento poblacional. Lo que pone de manifiesto la necesidad de aplicar prohibiciones para conseguir su sostenibilidad.

De estas capturas la única que se ha regularizado es la de tiburón, permitiendo su captura incidental, no dirigida, con una serie de limitaciones.

Desde el año 2006 el Ecuador tiene un Plan de Acción Nacional para la Conservación y Manejo de los Tiburones (PAT-EC), en el marco del Plan de Acción Internacional propuesto por la FAO. (Acuerdo Ministerial 093)

Dado que la pesca objetivo no puede ser el tiburón, las artes utilizadas no serán las utilizadas para la pesca de este, en este sentido se prohíbe el arte de pesca denominado "palangre

tiburonero", en el que se utilizan anzuelos #1/0, #2/0 y/o #3/0 torcido de ojal normal y reinal de acero maleable, alambre o cadena.

En el espinel, palangre y/o longline utilizado para la pesca de dorado (*Coryphaena hippurus*), del atún ojo grande (*Thunnus obesus*), del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), de los picudos de la familia *Istiophoridae*, del pez espada (*Xiphias gladius*) y especies afines, está, como vemos, prohibida la utilización de cable de acero o metálico, denominado comúnmente "huaya", en la parte terminal de los reinales o líneas secundarias antes de la unión con el anzuelo.

Está prohibida la captura del tiburón para la extracción exclusiva de sus aletas y el descarte del cuerpo al mar, práctica conocida como "aletea".

Las aletas deben llegar pegadas naturalmente al cuerpo, su remoción solo podrá efectuarse en tierra.

La captura de especímenes de tiburón ballena (*Rhincodon typus*), del tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*), del tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*), pez sierra o catanuda (*Pristis spp.*), vivos o muertos serán regresados inmediatamente al mar. (Regulaciones relativas al tiburón: Decreto Ejecutivo N°486 y Decreto Ejecutivo N°902)

En el Archipiélago de Galápagos está prohibida la captura, desembarco y comercialización de tiburón (Resolución No. 011-2000 del 15 de noviembre del 2000 de la Autoridad Interinstitucional de Manejo de la Reserva Marina de Galápagos).

La captura de determinadas especies de mantarrayas se ha prohibido, de acuerdo a que existe una pesca dirigida a la captura de: *Mobula japanica*; *mobula munkiana* y *manta birostris*, y que en la lista roja de UICN, estas especies de mantarrayas se las ubica en estado casi amenazado.

Por ello está prohibida la pesca dirigida a las especies: Mantarraya gigante (*Manta birostris*), Mantarraya (*Mobula japanica*, *M. thurstoni*, *M. munkiana* y *Mobula tarapacana*), con redes de enmalle de superficie y/o de media agua, con redes de cerco tipo chinchorro y con cualquier otro tipo de arte de pesca. Y en caso de pesca incidental estas deberán ser devueltas al mar inmediatamente, así, no pueden ser objeto de consumo humano, tenencia, comercialización o transporte. (Prohibición de pesca dirigida a mantarrayas: Acuerdo Ministerial 093).

La decisión de esta prohibición fue tomada, con base a un estudio realizado por la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, apoyada por Fundación Equilibrio Azul y la organización Conservación Internacional.

El Código de Policía Marítima establece prohibiciones respecto a algunas especies y artes de uso prohibido, en la sección “de la cacería marítima y de la pesca”, se prohíbe la caza del lobo marino (foca común), de las aves marinas (Art. 100)y, sin licencia especial, la pesca de la madre perla (Art. 105). La utilización de cualquier clase de explosivos o sustancias químicas o tóxicas está también prohibida (Art 101).

La Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero en esta línea prohíbe “la pesca con métodos ilícitos tales como el empleo de materiales tóxicos, explosivos y otros cuya naturaleza entrañe peligro para la vida humana o los recursos bioacuáticos, así como llevar a bordo tales materiales”(Art. 44 a).

El Código de Policía Marítima también prohíbe la pesca en determinadas circunstancias: de moluscos y crustáceos en las inmediaciones de desagües o zonas de dudosa condición higiénica (Art. 102), en las zonas de bahía destinadas para fondeadero de los buques mercantes, y tender redes en la superficie de los ríos que corresponda a su canal navegable (Art 103).

#### **3.1.4. Conflictos en el sector pesquero artesanal**

Dentro del Plan de Ordenamiento existe un proyecto para prevenir y resolver conflictos debidos a competencias por los recursos bioacuáticos, estos conflictos son sobre todo entre la pesca industrial y la artesanal, habiendo también en la pesca artesanal un grave problema con agentes externos, piratas, que roban en el mar a las embarcaciones pesqueras.

Los conflictos más comunes son entre industriales y artesanales por supuesto incumplimiento por parte de los industriales de la reserva de las 8 millas.

La pesca bolichera de pequeñas embarcaciones encuentran en ocasiones dificultades para salir fuera de las 8 millas náuticas por la debilidad de sus embarcaciones.

Para la resolución de los conflictos entre pescadores se ha hecho la zonificación explicada más arriba, pero determinados conflictos persisten.

Este es el caso del conflicto de la flota industrial camaronera, sobretudoo la pomadera, y la flota artesanal, ya que existen zonas comunes de pesca y compiten por el mismo recurso.

Así mismo existe competencia por los recursos entre la flota sardinera y la artesanal que opera con espinel de fondo, es el caso que ocurre entre Crucita y Bahía de Caráquez, en la provincia de Manabí.

Aunque no incumbe a la ordenación pesquera, existe un grave problema por el ataque de los piratas a la flota de la pesca artesanal, para robarles todo el material y la pesca, sobretodo en busca de los motores fueraborda.

### 3.1.5. Propuestas de ordenación

Para lograr una pesca sostenible es necesario conseguir una mayor eficiencia en los métodos y técnicas del sector productivo, para ello el “Plan de Ordenamiento de la Pesca y la Acuicultura del Ecuador” plantea “la implantación de procedimientos ágiles y transparentes para asignar y controlar el uso de los recursos bioacuáticos” y “la concertación intersectorial para adoptar medidas que complementen las decisiones del sector pesca y acuicultura en asuntos que puedan tener repercusiones ambientales negativas”.

En el Plan de Ordenamiento se propone actualizar la programación de las investigaciones nacionales para centrarlas en objetivos prácticos de un manejo por pesquerías, comenzando por la condición actual de cada pesquería. Definiendo una programación integral y participativa, teniendo en cuenta también a las universidades, ONG, etc.

Para desarrollar pesquerías responsables hay que establecer procesos de concertación para conseguir mecanismos prácticos de cooperación intersectorial con entidades públicas o privadas.

Así mismo se está tratando de actualizar la asignación de funciones de la SRP y de la DGP según el ordenamiento por pesquerías y subsectores, la organización del Registro Nacional de Pesca y Acuicultura y para el caso en el que coincidan intereses y competencias de otras entidades del Estado se trata de conseguir un mecanismo formal para concertar medidas de conservación.

Se está implementando en la actualidad el “Sistema de Indicadores Socioeconómicos del Sector Pesquero Artesanal de la Costa Continental Ecuatoriana”, que tiene como objetivo el levantamiento y tratamiento de información de 40.000 núcleos familiares, entre la información que obtiene, además de la socioeconómica, están algunas características de las embarcaciones y demás informaciones que facilitarán una mejor ordenación de la pesca, anteriormente se hizo un censo nacional en noviembre de 2001.

Para dar solución a los conflictos de la flota sardinera y la artesanal el Plan de Ordenamiento propone un proceso de concertación que comprenda: el conocimiento objetivo de las características del conflicto, aproximación entre los actores interesados en la solución con consideración local, identificación de factores de interés mutuo, crear voluntad de entendimiento, compromiso de respetar los resultados de la concertación y mecanismos de seguimiento del cumplimiento de la concertación.

También se está llevando a cabo la implementación de los convenios internacionales mediante mecanismos de coordinación intersectorial en las temáticas de biodiversidad, contaminación marina, comercio y transporte de productos pesqueros, manejo de recursos altamente migratorios o compartidos, etc.

## 3.2. Artes de pesca artesanal

---

Para el análisis de las artes artesanales de pesca, se ha tenido de referencia el documento “Puertos Pesqueros Artesanales de la Costa Ecuatoriana”, se trata de un estudio de 138 puertos pesqueros artesanales que se sitúan a lo largo de la costa continental ecuatoriana. Estos lugares fueron visitados por el personal del Instituto Nacional de Pesca en el marco del proyecto Evaluación de Recursos Pesqueros desarrollado con el apoyo del programa de Cooperación Técnica para la Pesca Unión Europea VECEP ALA 92/43.

La información la obtuvieron de las entrevistas realizadas a los dirigentes de las comunidades, directivos de cooperativas y asociaciones de pescadores, y pescadores independientes.

Para la clasificación de las artes de pesca se ha usado de base las publicaciones de la F.A.O. y los apuntes del profesor Núñez Basáñez.

### 3.2.1. Clasificación de las artes de pesca

---

- **Red enmalle**

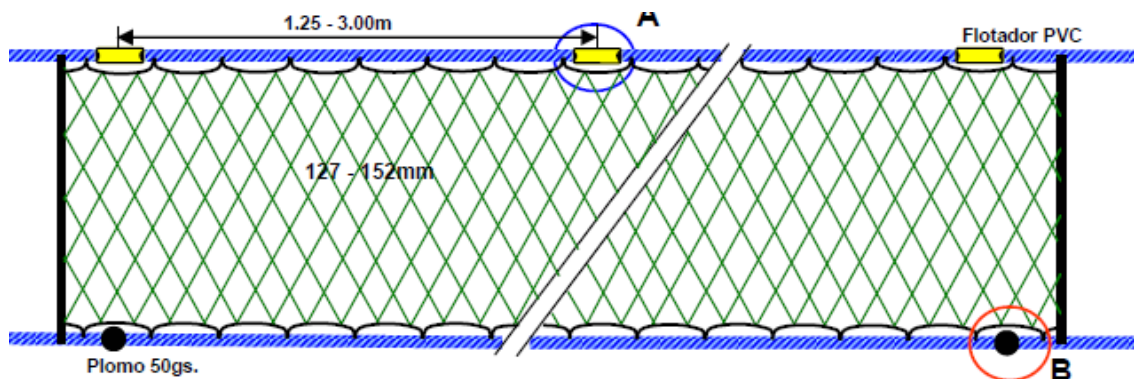
Este tipo de arte consiste en un panel de malla construido de hilos finos. Al intentar atravesarla el pez queda enredado por las agallas, en la malla.

Para mantener la posición vertical de la red, se dota a la relinga superior de una serie de flotadores a intervalos regulares y en la relinga inferior se sitúan una línea de plomos.

La luz de la malla y el nivel de calado se escogen en función de la especie objeto de la pesca.

Prácticamente la totalidad de las redes es fabricada con fibras sintéticas, generalmente nylon y pueden ser monofilamento o multifilamento.

Según su diseño, lastre y flotabilidad, pueden servir para pescar en la superficie, a una profundidad intermedia o en el fondo.



**Ilustración 5. Red de enmalle. Fuente INP**

- Redes de enmalle caladas: se trata de una red estacionaria de un sólo paño, que se fija en el lecho marino por sus extremos, a través de lastres o anclas sujetas a una boya, calándose a la profundidad deseada.
- Redes de deriva: estas redes están destinadas a la captura de especies migratorias, se colocan en la ruta que previsiblemente toman dichas especies, una de sus peculiaridades es que ninguna de los elementos que forman el arte entra en contacto con el fondo.

### • Trasmallos

Los trasmallos son similares a las redes de enmalle, la diferencia con ésta, es que el trasmallo tiene tres paños de mallas, dos exteriores de malla clara y una central montada más floja. Los peces quedan atrapados en la malla central, después de atravesar las exteriores.

Los trasmallos por lo general son colocados en el fondo y la distancia a la costa a la cual se cala es variable.



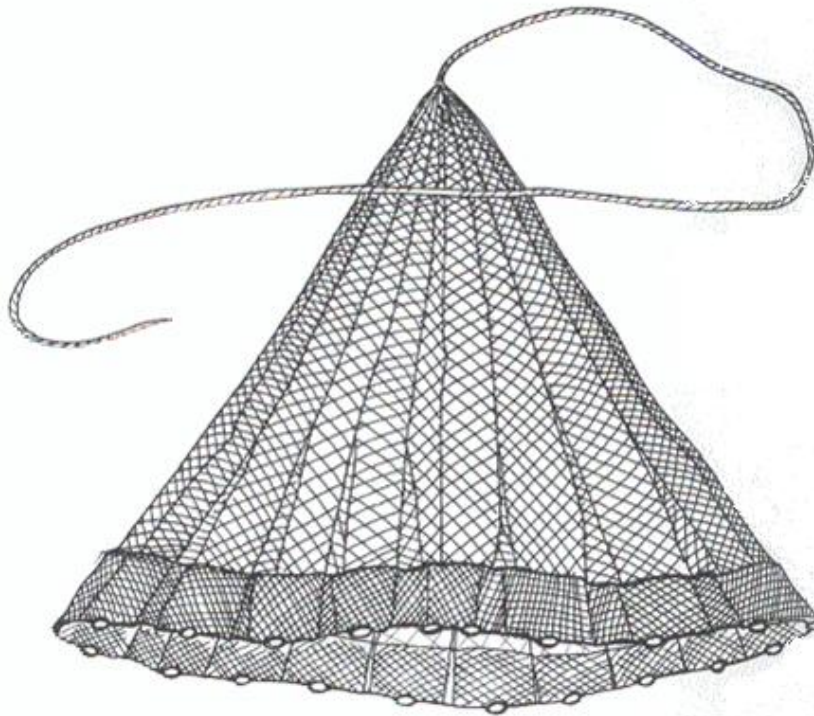


**Ilustración 6. Red transmallo en la catela de Playas**

- **Atarraya**

Es un arte en forma circular operada por una sola persona, bien desde una embarcación o desde tierra. Ésta red es lanzada de tal forma, que se abra en forma circular, con la ayuda de unos plomos se hunde rápidamente, atrapando a los peces que encuentre.

La atarraya se construye de forma que, al recuperar la red se forma una bolsa donde quedan atrapados los peces.



**Ilustración 7. Red atarraya**

- **Red de cerco**

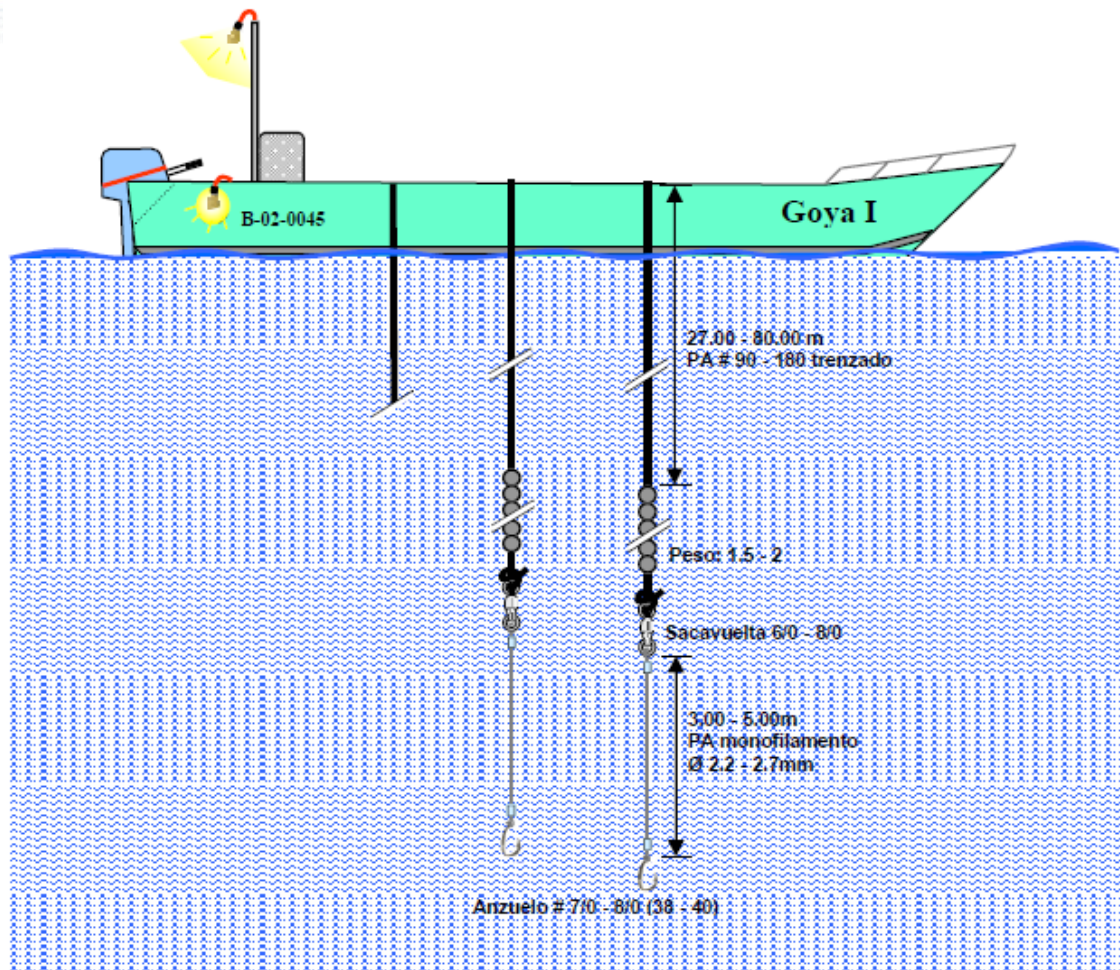
Su funcionamiento consiste en calar una pared de red en forma circular alrededor del cardumen de peces, encerrándolos de tal forma que no puedan escapar por la parte inferior.

La pesca de cerco, requiere que las especies a capturar formen grandes asociaciones, ya que si estos se hallan dispersos la pesca de cerco no es posible.

- **Línea de mano**

Se trata de una línea madre de material de poliamida, cuya longitud varía según las características de cada zona de pesca. Ésta línea termina generalmente en un peso y dispone de uno o más anzuelos unidos a una línea secundaria o reinal cuyo extremo libre va montado en un grillete giratorio con la línea madre. Este arte es utilizado para la captura de especies de escasa concentración.





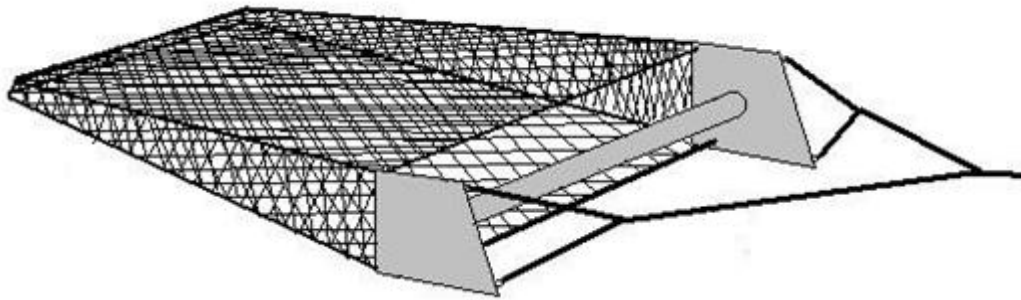
**Ilustración 8. Línea de mano. Fuente INP**

- **Chinchorro de playa**

Tipo de pesca de playa de arrastre, donde uno de sus extremos se deja en la playa y el otro es arrastrado por una embarcación haciendo un barrido que encierra un espacio y luego lleva de nuevo a la playa el otro extremo para que los pescadores la recojan.

- **Red de rastra**

Se trata de una estructura con soporte metálico, que al ser arrastrada por el fondo captura moluscos bivalvos, que son retenidos en una especie de bolsa. Las rastras pueden ser remolcadas manualmente o desde una embarcación.



**Ilustración 9. Red de rastra**

- **Trampas para jaibas**

Se tratan de unas estructuras con formas de cajas hechas de diferentes materiales, (madera, alambre, etc.) con una ó más entradas, que permiten el ingreso de las jaibas, pero no su salida. En el interior de la trampa se coloca el cebo, normalmente se sitúan en el fondo.

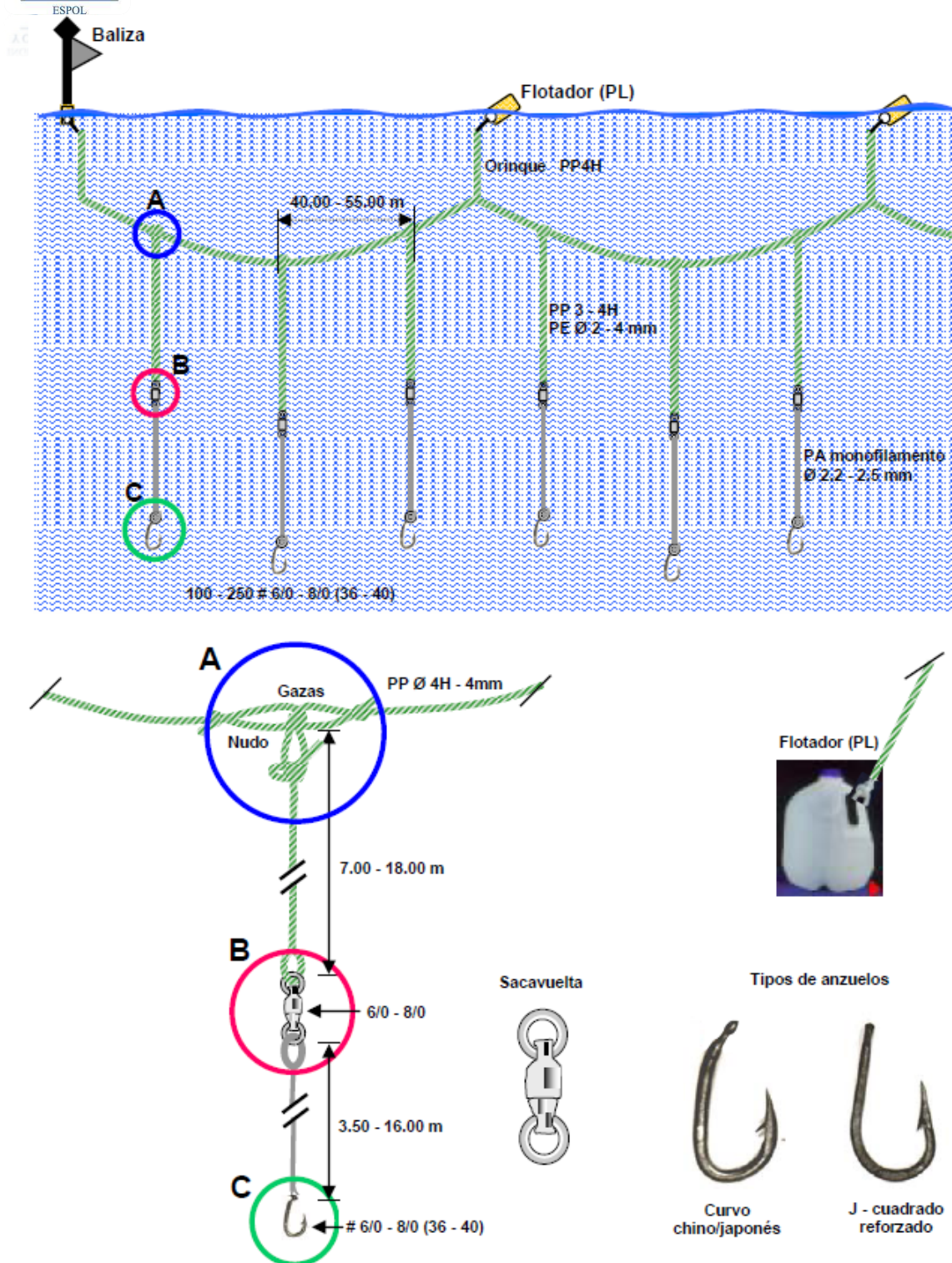
- **Palangre**

Se trata de una arte selectivo, que se fundamente en atraer a los peces usando carnada en un anzuelo. Este arte permite una mayor selectividad de las especies, tanto por su calamento como por su propia configuración. Algunas de las características principales es la alta calidad del pescado que se obtiene con él, demanda un menor consumo energético por captura y no presenta efectos destructivos sobre el medio marino.

El arte consiste en una línea larga, llamada línea madre y una serie de ramales, brazolas, en los que se coloca un anzuelo. La longitud de las brazolas no suele superior a 2 ó 3 metros y la distancia entre ramales es la suficiente para que éstos no se enreden.

Dependiendo del tipo de pesquería los diferentes elementos que constituyen el palangre varían, como el grosos de la línea madre y brazola, la carnada el anzuelo, etc.

En el caso del **palangre de superficie**, en cada extremo y a cada cierta distancia se colocan los cabos de flotación, la distancia de estos cabos es función de la profundidad de calado del arte.

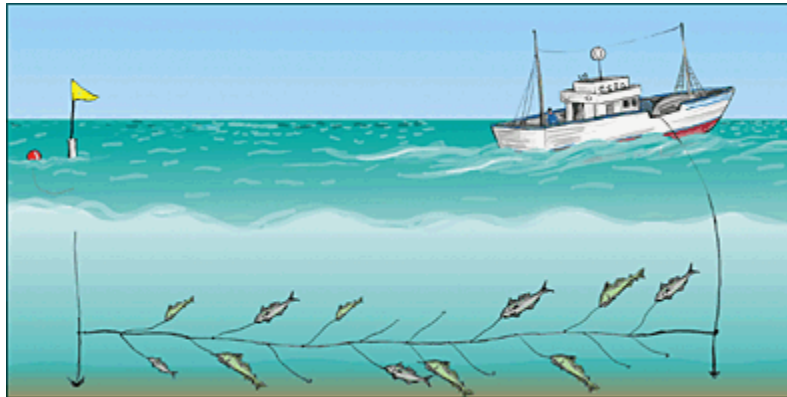


**Ilustración 10. Palangre. Fuente INP**

El **espinal de fondo** está dirigido a la captura de especies demersales. Se trata de una arte fijo que para mantener su posición utiliza anclas en los extremos de la línea madre.

Este tipo de palangre suele tener varios kilómetros de longitud, por lo que el cabo madre se divide en diferentes secciones, cuyas dimensiones dependen de la pesquería a capturar.

En los extremos de espinel se colocan los banderines que permiten identificar la posición del arte.



**Ilustración 11. Espinel de fondo**

- **Arpón**

Es un instrumento diseñado para penetrar fácilmente en el organismo objeto de la pesca, normalmente están sujetos al pescador o a la embarcación con una cabo que permite recogerlos.

La captura con arpón depende de la observación visual de la especie. En la mayoría de los casos se operan desde embarcaciones, aunque también pueden ser utilizadas desde tierra.

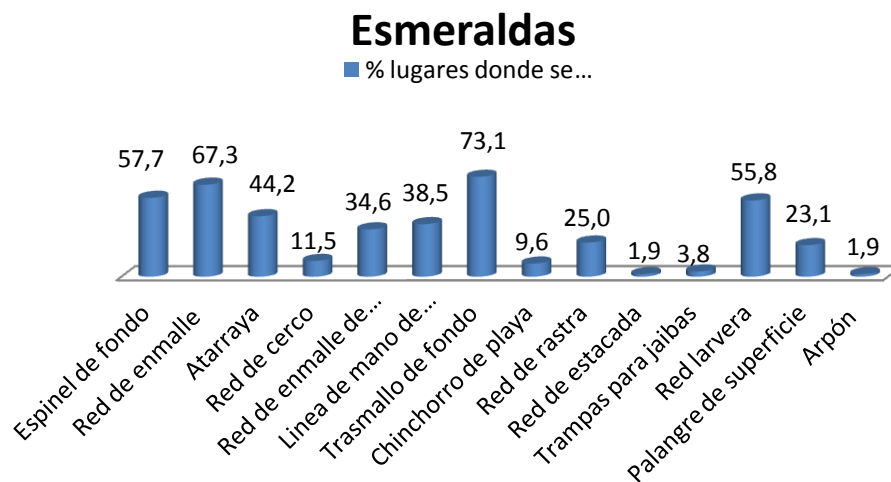
- **Salabardo**

Se utiliza para las capturas de camarón en estado de postlarvas, la operación se realiza con un solo individuo y no requiere de embarcación.

Consiste en dos puntales de madera entrecruzados en forma de horquilla, en la parte de mayor longitud se coloca un saco de tela, que se mantiene abierto al ser arrastrado por el fondo. Se usa en las zonas de rompientes.

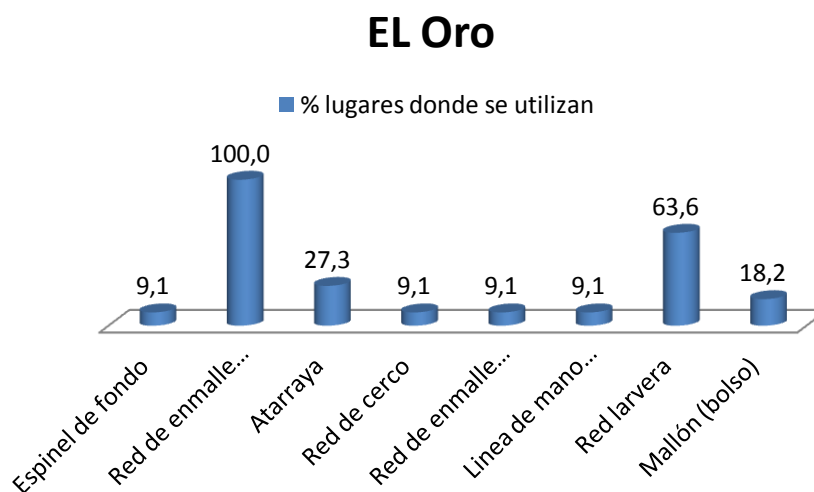
### 3.2.2. Distribución geográfica de las artes de pesca

Las siguientes gráficas representan el porcentaje de lugares donde aparecen las distintas artes según las provincias. Hay que destacar que el número de lugares no es un indicador del uso exclusivo del arte, ya que es común la utilización simultánea de varias artes de pesca.



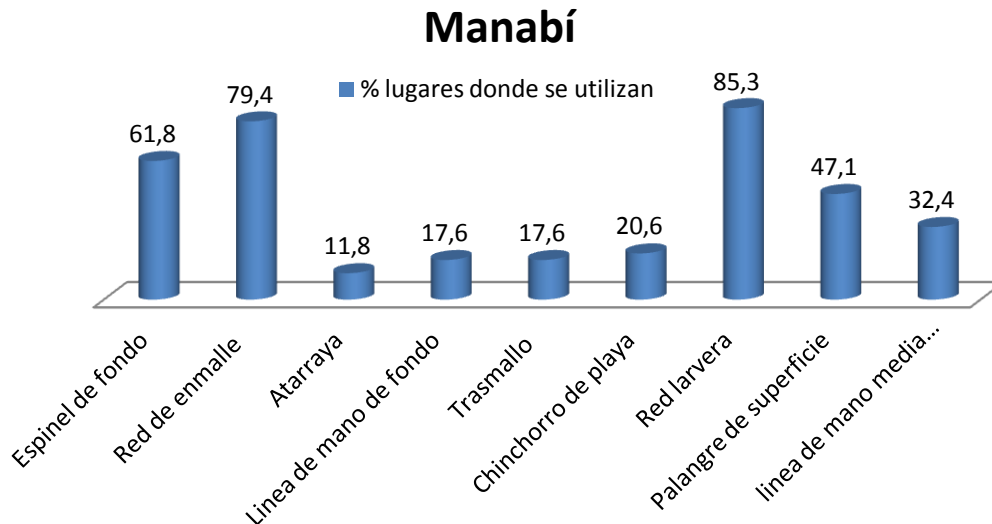
Gráfica 1. Artes de pesca en la provincia de Esmeraldas

El Oro (11 puertos)



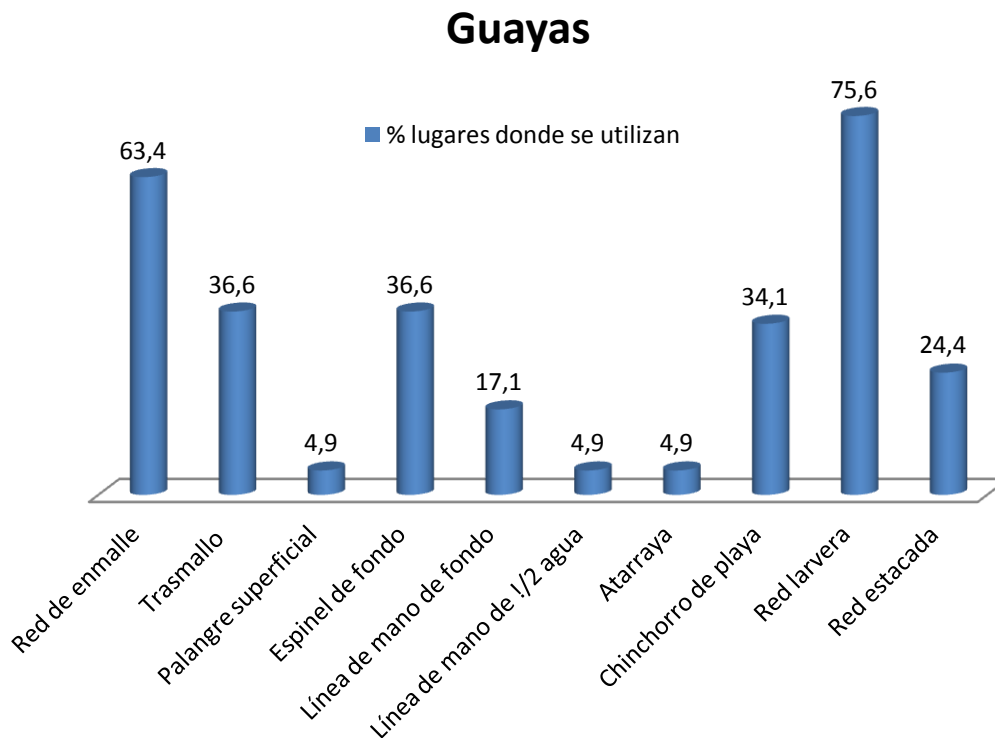
Gráfica 2. Artes de pesca en la provincia El Oro

Manabí (34 puertos)



Gráfica 3. Artes de pesca en la provincia de Manabí

Guayas (41 puertos)



Gráfica 4. Artes de pesca en la provincia de Guayas



Considerando el total del litoral ecuatoriano, las artes más extendidas son las de enmalle, que aparecen el 85,5% de los puertos y caletas visitadas. Le sigue en importancia el espinel de fondo (48,55% de los lugares visitados) y el resto de artes de anzuelo como la línea de mano (34,06%) el palangre de superficie (21,74%). Ya con menor importancia están la atarraya, las jaulas para jaibas, red de rastra, etc.

### 3.3. Embarcaciones

La evolución de flota pesquera artesanal ha sido grande con la llegada de las “fibras” que están sustituyendo a muchas de las embarcaciones de madera, esta flota la podemos dividir en los siguientes tipos de embarcaciones.

#### 3.3.1. Balsa

Embarcación construida a partir de un conjunto de tres o cuatro troncos de madera de balsa, de donde coge su nombre, unidos entre sí por medio de trincas, maderos y pernos, se propulsan con vela, su eslora está entre 4 y 6m. En la actualidad ya casi no se utilizan para pescar, pero sigue siendo un reclamo turístico del único lugar donde se encuentran, en la población de Playas de la provincia de Guayas. El arte que utilizan en la actualidad es la línea de mano.



**Ilustración 12. Balsas de Playas**

#### 3.3.2. Bongo

Construida en principio en una sola pieza ahuecando un tronco, su estructura no cuenta con quilla, ni cuadernas y no existe diferenciación entre la proa y la popa. La mayoría incluyen unas tablas y unos refuerzos para ellas aumentando el puntal. Muchas veces se aumenta también la manga y se dispone una tabla a modo de espejo de popa para poder instalar un motor fuera de borda. Su eslora suele variar entre 5 y 12m. Estas embarcaciones son usadas para pesca muy cerca de la costa, usualmente para el chinchorro de playa, y también en algunos puertos para el transporte de la pesca, el combustible o el hielo.



**Ilustración 13 Bongos en Puerto López**

### 3.3.3. Canoa de montaña

De características similares al bongo tiene un acabado mejor y la proa y popa son más pronunciadas. Su eslora suele variar entre 3 y 6m. Su propulsión es con canaleta o vela generalmente. Además de en algunos lugares de la costa, es la embarcación utilizada habitualmente en la pesca continental, en los ríos interiores.



**Ilustración 14. Canoa y vela en Rio Verde**

### 3.3.4. Canoa realzada

A la canoa anterior en ocasiones se le aumenta la manga, cortando longitudinalmente la embarcación e introduciendo tablas intermedias, aumentando también el puntal por medio de tablas y disponiendo refuerzos transversales, ubicándose asimismo un espejo en la popa para instalar un motor fuera de borda.





**Ilustración 15. Canoa realizada en Rio Verde**

### 3.3.5. Panga

Estas embarcaciones, también de madera, constan de estructura de quilla y cuadernas y espejo de popa para la instalación del motor fuera de borda; su proa es pronunciada y generalmente su forro es de “plywood” (contrachapado) marino, su fondo es plano.

### 3.3.6. Botes

Es similar al anterior siendo las diferencias principales del material, tablas de madera maciza, y las formas del casco, en este caso el fondo es en V o semicircular.



**Ilustración 16 Bote en Playas**

Las maderas más utilizadas para estas embarcaciones son las comúnmente denominadas, guachapelí (*Albizzia guachapele*), laurel (*Cordia spp.*), cuero de sapo (*Parinari spp.*), guayacán (*Tabebuia caryantha*), algarrobo (*Prosopis sp.*), amarillo lagarto (*Centrolobium paraenses*), cedro (*Cedrela odorata*) y balsa (*Ochroma pyramidalis*).

En ocasiones las embarcaciones de madera se consiguen hacer más duraderas, sobre todo se hace con las canoas realzadas y los bongos, con varias capas de poliéster reforzado con fibra de vidrio, los “enfibran”. Una de las problemáticas en este sentido son las incrustaciones marinas que se comen la madera.



**Ilustración 17 Incrustaciones en**

### **3.3.7. Fibra**

Las “fibras” son embarcaciones de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con formas en V, planeadoras con motores fuera de borda, tienen una pequeña “bodega” próxima a la popa, y la distribución de los espacios es variable sobre todo de una caleta a otra. Asimismo su tamaño está entre 7 y 12m de eslora, utilizándose las mayores para la pesca oceánica.

Las fibras son las embarcaciones que están ganando terreno al resto y que han mejorado en gran medida la durabilidad de las embarcaciones de pesca artesanal, siendo un material ya conocido y con gran potencial para nuevas embarcaciones, será a las que prestemos mayor atención.



**Ilustración 18 "Fibra" en Anconcito**

Además de para la pesca con gran variedad de artes y metodologías, este tipo de embarcaciones son utilizadas como apoyo para el transporte de pesca a las caletas desde los barcos industriales.

La distribución de sus espacios interiores varía sobre todo con el arte de pesca utilizado, la metodología de conservación de la pesca y las costumbres.



**Ilustración 19. Configuraciones de los espacios de las fibras**

Casi todas las embarcaciones de este tipo, sobre todo las mayores, tienen únicamente como espacio cerrado, un pañol a proa y la mayoría también una “bodega” en la zona de popa. Aunque el primero suele tener siempre las mismas dimensiones el segundo varía su extensión hacia la proa y en ocasiones está dividido en dos transversalmente. En este espacio se suele estibar el hielo a la salida de puerto y parte de las capturas para el regreso. En caso de estar dividido este espacio, la parte de proa es utilizada como vivero. Cuando no se dispone de esta



“bodega”, las embarcaciones disponen de un cajón térmicamente aislado, independiente, estibado hacia la proa de la embarcación.



**Ilustración 20 "Fibras" en Esmeraldas**

Según el arte de pesca utilizado también puede variar la distribución de estos espacios. El arte de enmalle, conocido coloquialmente como trasmallo aunque no lo es, ocupa un gran espacio de la embarcación y casi siempre se estiba a proa de la “bodega”. El palangre, denominado usualmente espinel, puede ir en un espacio dejado a tal efecto para su estiba, o estibado en uno de los espacios con un cajón en el que se guarda el palangre en tierra.

En temporada de dorado, además, se añade un cajón cerrado a modo de bodega que se encaja en uno de los espacios, llevando más hielo y conservando también aquí la pesca.

Cuando la “bodega” está dividida en dos, utilizándose el espacio de proa como vivero, el sistema consiste en unas pequeñas orificios en el fondo de la embarcación dejando pasar el agua, de esta forma se mantienen vivos los pequeños peces capturados como carnada, cuando la embarcación navega estos agujeros se cierran mediante espiches.



**Ilustración 21 Vivero de una "fibra"**

Para achicar la embarcación cuando está navegando el sistema utilizado es simplemente un orificio practicado en la zona baja del espejo de popa, en la obra viva, y la diferencia de presiones que se consigue por la velocidad hace que se evacúe el agua.

La propulsión también varía dentro de que se hace con motores fuera de borda, las potencias van desde pequeños motores de 25CV hasta unos 170CV y en algunas de las embarcaciones

mayores, desde los 9m con combinaciones de motores fuera de borda, combinando dos motores de 75CV, dos de 85CV o incluso uno de 75CV y otro de 40CV.

### 3.3.8. Barcos artesanales

Son embarcaciones de madera utilizadas por los pescadores artesanales, sobretodo en Puerto Bolívar, son en general embarcaciones con mayor puntal y con cabina para mayor comodidad de los pescadores. Tienen en general mayores desplazamientos y su propulsión es mediante motores estacionarios (intraborda).



**Ilustración 22. Embarcación artesanal de Puerto Bolívar**

### 3.3.9. Balandra

Embarcación también de madera, con la característica especial de que su propulsión es a vela utilizando motores estacionarios complementariamente.



**Ilustración 23 Balandra (Manta)**

### 3.3.10 Barcos nodriza (o madre)

Son embarcaciones consideradas industriales, pueden llegar hasta los 40m de eslora, pero que sirven de apoyo a la pesca artesanal, son de casco de madera y su propulsión se consigue con un motor estacionario. A remolque de estos barcos se ponen de 3 a 10 fibras, cuando se llega a la zona de pesca estas quedan libres alejándose en cierta medida y pescando, posteriormente vuelven y conservan el pescado en el barco nodriza, durmiendo también en él y guardando en él todo lo necesario para sus salidas de pesca.

Este método de pesca se utiliza para ahorrar combustible en las salidas de pesca e ir hasta zonas de pesca que sin el barco nodriza les sería imposible, llegando hasta la zona de las Islas Galápagos.

## 3.4. Especies objetivo de la pesca ecuatoriana

Las principales capturas de la pesca artesanal la forman alrededor de 300 especies marinas. En la actualidad las capturas de la pesca artesanal las podemos dividir principalmente en peces pelágicos grandes, altamente migratorios y que sustentan la pesca artesanal en Ecuador (C. Cabanilla, 2007), tiburones, rayas, peces pelágicos pequeños, peces demersales, crustáceos (camarones, langostas, cangrejos, etc.), moluscos (conchas, almejas, ostras, mejillones, pulpos, calamares, etc.) y otros grupos que comprende especies como el erizo de mar, pepino de mar, etc.

### 3.4.1. Peces pelágicos grandes

En este primer grupo están las familias *Scombridae* e *Istiophoridae* junto con *Gempylidae* y *Xiphias* cuyo único representante es el pez espada y el dorado de la familia *Coryphaenidae* de gran importancia en las capturas artesanales.

Dentro de la familia *Scombridae* están principalmente el bonito barrilete o listado (*Katsuwonus pelamis*), el atún aleta amarilla o atún rabil (*Thunnus albacares*) y el atún ojo grande (*Thunnus obesus*), que son las principales especies capturadas por la flota cerquera atunera ecuatoriana (INP, Luís Pacheco Bedoya). Contando también con las especies: bonito pata seca (*Euthynnus lineatus*), bonito sierra (*Sarda orientalis*), Wahoo o peje sierra (*Acanthocybium solandri*) y sierra (*Scomberomerus sierra*).

El bonito barrilete es una especie epipelágica aunque puede llegar a los 260 metros de profundidad por el día, busca la isoterma de 15°C. Su talla máxima es 1,08 metros de longitud de horquilla (LH) alcanzando la madurez sexual al llegar a los 45 o 50 cm.

El atún aleta amarilla también es una especie epipelágica, se distribuye en aguas cuya temperatura fluctúa entre 18 y 31°C entre los 0 y los 100m, puede alcanzar hasta los 2 metros, con una talla media de 130cm de longitud total (LT) y en la pesca artesanal ecuatoriana predominan ejemplares de hasta 67kg, desova durante todo el año. Forman cardúmenes diferenciados por tallas, los especímenes más grandes se encuentran asociados a delfines, por lo que hay mayor probabilidad de que hayan alcanzado la madurez sexual, pero también de que exista pesca incidental de delfines, los costeros son de menor tamaño.

Hasta los 2 metros de longitud de horquilla puede llegar el atún ojo grande, con una talla media de 160cm de longitud total, predominando en la pesca artesanal ejemplares de entre 27 y 89 kg, es una especie pelágica, mesopelágica y oceánica pudiendo llegar a los 250 metros de profundidad, condicionada por la termoclina, toleran temperaturas de entre 13 y 29°C aunque su óptimo está entre 17 y 22°C. La madurez sexual le llega cuando mide entre 1 y 1,3 metros.

Tanto el bonito barrilete como el atún aleta amarilla y el ojo grande suelen formar grandes bancos en superficie, especialmente en aguas cálidas.

El bonito pata seca vive entre 0 y 40m de profundidad, en aguas superficiales cerca de la costa y en alta mar, tiene una longitud común de 60cm de longitud furcal (LF) y un peso máximo publicado de 9,12kg. Rara vez se encuentra en aguas con temperaturas por debajo de los 23°C, forma cardúmenes con los atunes aleta amarilla y con bonito barrilete.

El pez nerítico bonito sierra se distribuye en un rango de profundidades de 1 a 167m formando cardúmenes con pequeños túnidos, estando en aguas de 14 a 23°C temperatura. Su longitud común es de 55cm (LT) llegando a un peso de 10,7kg.

El wahoo es una especie epipelágica, suele encontrarse en áreas cercanas a formaciones rocosas alejadas de la costa. Tiene una talla media de 130cm (LF) llegando a haber ejemplares de 210cm (LF). En Ecuador se capturan ejemplares de 9 a 18 kg, aunque se han llegado a capturar ejemplares mayores de 45kg. Con frecuencia solitarios o formando pequeñas agrupaciones.

El conocido como sierra es una especie epipelágica nerítica y bentónica, encontrándose desde los 9 a los 45m, forma cardúmenes y desova cerca de la costa. Tiene una talla media de 70cm (LT) llegando a los 97cm (LT).

La familia *Istiophoridae* está compuesta principalmente de picudo blanco (*Makaira mazara*), picudo negro (*Makaira indica*), picudo gacho (*Tetrapturus audax*) y picudo banderón o pez vela (*Istiophorus platypterus*).

La longitud total máxima del picudo blanco es de 5 metros siendo una longitud común 350 cm, es una especie oceánica. Su peso máximo puede llegar a los 906kg de la hembra y los 170kg del macho, se encuentra en profundidades de 0 a 200m, y temperaturas mayores de 21°C. El macho alcanza la madurez sexual entre los 130-140cm y la hembra a los 4 años. Los ejemplares grandes tienden a nadar en solitario pero los pequeños forman cardúmenes de alrededor de 10 individuos.

La longitud total común del picudo negro es algo mayor 380cm, siendo la máxima 465cm de longitud furcal y un peso máximo publicado de 750kg. Es una especie oceánica pudiendo estar de 0 a 915 metros de profundidad y de 15 a 30°C, aunque habitualmente se encuentra de 0 a 200m.

Asimismo el picudo gacho es una especie oceánica con una longitud total común de 290cm y máxima de 420cm; su peso llega a los 440kg. El rango de profundidades es de 0 a 200m y el de temperaturas de 20 a 25°C, normalmente solitarios forman pequeños cardúmenes por tamaños en época de desove. La madurez les llega al tamaño de 170cm y entre los 2 y 3 años.

La longitud total más común del picudo banderón es de 270cm siendo la máxima 348cm de longitud furcal y un peso máximo publicado de 100,2kg, usualmente se encuentra por debajo de los 30m de profundidad, pero se le puede encontrar de 0 a 200m. Forma cardúmenes por tallas y cuando alcanza los 150cm es maduro sexualmente.

La familia *Gempylidae* cuenta con capturas de miramelindo (*Lepidocybium flavobrunneum*) y pez lija (*Ruvettus pretiosus*).

El miramelindo es una especie mesopelágica, batipelágica y oceánica, su talla media es de 120cm (LE), talla máxima 200cm (LE) y peso máximo de 45kg. Llega a encontrarse a 200m de profundidad y más.



El Pez lija se distribuye en un rango de profundidades de 1 a 50m, pez bentopelágico aunque sus juveniles son pelágicos. Usualmente solitarios o en parejas, en ocasiones se forman grupos de cinco o seis e incluso los adultos pueden llegar a formar grandes cardúmenes. Su tamaño común es de 40cm (LT) y un peso máximo de 2,71kg.

La familia *Xiphiidae* cuenta únicamente con el pez espada, *Xiphias gladius*, especie epipelágica oceánica que también frecuenta aguas costeras. Su talla media es de 280cm (LT), con un máximo de 455cm (LT) y 650kg. Generalmente se encuentra por encima de la termoclina, prefiriendo temperaturas de 18 a 22°C.

El dorado (*Coryphaena hippurus*) es la especie que tiene mayores capturas, es muy estacional comenzando su temporada en Septiembre-Octubre hasta Marzo-Abril. Su tamaño habitual ronda el metro de longitud total, pudiendo llegar a los 210cm y un peso de 40kg. Alcanza la madurez entre los 4 y 6 meses y tamaños de 35 a 55cm. Es una especie nerítica que forma cardúmenes y suele estar a unas profundidades de entre 5 y 10 metros pudiéndolos encontrar entre 0 y 85m y un rango de temperaturas de 21 a 30°C.

#### 3.4.2. Tiburones

---

Entre los tiburones, las familias más desembarcadas son *Alopiidae*, *Carcharhinidae* y *Laminidae*.

Dentro de la familia *Alopiidae* las especies más significativas son tiburón rabón bueno (*Alopias pelagicus*) y tiburón rabón amargo (*Alopias superciliosus*).

El tiburón rabón bueno se encuentra entre la superficie y 300m de profundidad, habitualmente entre 0 y 150m. Su talla media es de 250cm (LT) siendo la máxima de 300m. Muy común como pesca incidental en la pesca del atún.

El tiburón rabón amargo tiene un rango de profundidades entre 0 y 500m aunque su profundidad habitual es de 0 a 100m. Su longitud común es 350cm (LT) alcanzando la madurez entre los 154 y 341cm de longitud. El peso máximo publicado es de 363,8kg.

En la familia *Carcharhinidae* las especies más significativas son el tiburón aguado, *Prionace glauca*, y el tiburón tollo o gris, *Carcharhinus porosus*.

El tiburón aguado es una especie altamente migratoria, pelágica, oceánica y costera, habitando un rango de profundidades de 1 a 350m, encontrándose habitualmente a más de 150m. Maduran con 250cm de longitud aproximadamente y con 4 o 5 años de edad. Su talla media es de 190cm (LT).

El tiburón tollo es demersal, viviendo próximo al fondo hasta profundidades de al menos 36m, prefiriendo fondos de fango y especialmente los estuarios. Tiene una longitud máxima de 150cm (LT) y una longitud común de 90cm (LT), cuando alcanzan los 84cm son ya sexualmente maduros.

Dentro de la familia *Laminidae*, está el tiburón tinto, *Isurus oxyrinchus*, este vive en aguas superficiales oceánicas y costeras, esta especie es muy agresiva y peligrosa, pescadores artesanales de Ecuador reportan que se lanza sobre la embarcación una vez atrapado. Se mueve en profundidades de 0 a 740m, usualmente de 100 a 150m. Su talla media es de 250cm (LT) madurando de 275 a 285cm.

El grueso de estos desembarques proceden de la flota artesanal que pesca con palangre de superficie y que tiene como objetivo el dorado (*Jacqueline Cajas y Dialhy Coello, 2010*) aunque hay flotas dirigidas a la pesca de rayas y tiburones. (*Dialhy Coello, 2010*)

### 3.4.3. Rayas

---

Como se ha dicho más arriba la pesca de las mantarrayas está prohibida desde el Acuerdo Ministerial 093 de 2010. Siendo las rayas más representativas de la pesca artesanal de Ecuador: *Mustellus sp.*, *Raja sp.*, *Gymnura spp.*, *Dasyatis spp.*

### 3.4.4. Peces pelágicos pequeños

---

Los pelágicos pequeños son capturados principalmente por la flota cerquera industrial, por los llamados “chinchoreros” y dedicadas a la elaboración de harinas para pienso en su gran mayoría, pero también enlatados o utilizados como carnada.

Su pesca mediante este arte es rentable gracias a que forman grandes cardúmenes pudiendo ser rodeados y capturados.

Estos recursos se capturan también de forma incidental por parte de los pescadores artesanales mediante el uso de enmalle o trasmallo y utilizados como carnada para la captura de grandes pelágicos, para este uso a veces son capturadas con línea de mano en la salida de pesca. También son capturados, en algunas ocasiones, por los pescadores artesanales con las redes de arrastre de playa o chinchorros de playa.

Entre las especies más importantes están:

La macarela o morenillo (*Scomber japonicus*) de la familia *Scombridae*, se mueve en un rango de profundidades de 0 a 300m estando usualmente de 50 a 200m. Su longitud común es 30cm (LF).

Dentro de la familia *Cupleidae* se encuentra la Sardina redonda (*Etrumeus teres*), la sardina del sur (*Sardinops sagax*) y la Pinchagua con cuyo nombre se incluyen diferentes especies, como *Opisthonemalibertate*, *Opisthonema bulleri*, *Opisthonema medirastre*, estas especies son neríticas y tienen una longitud estándar que varía de 18 a 22cm.

La sardina redonda se encuentra de entre 0 y 150m de profundidad siendo su longitud común 25cm (LT) con un máximo de 33cm (LT).

La Sardina del Sur vive en profundidades de 0 a 200m, encontrándose a temperaturas de entre 10 y 18°C en invierno y entre 16 y 23°C, su longitud común es de 20cm de longitud estándar (LE) y la máxima de 39,5cm y un peso máximo publicado de 486g.

El Chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*) de la familia *Engraulidae* se encuentra principalmente sobre fondos de fango hasta profundidades de 25m. Su longitud común es de 12cm (LE) y una longitud máxima de 18cm (LT).

El Jurel (*Trachurus murphyi*) de la familia *Carangidae*, es un pez pelágico oceánico que se mueve en unos rangos de profundidad de 6 a 306m, estando usualmente de 10 a 70m. Forman bancos y su tamaño máximo es de 70cm (LT) y una longitud común de 45cm (LF).

#### 3.4.5. Peces demersales

---

Dentro de estos peces el más popular es la corvina con múltiples especies, esta la podemos encontrar en distintas familias *Sciaenidae* y *Ophidiidae*.

En la primera familia tenemos: corvina cachema (*Cynoscion phoxocephalus*); corvina (*Cynoscion squamipinnis*); corvina de escama o cachema (*Cynoscion stolzmanni*); corvina plateada (*Cynoscion albus*); corvina rabo amarillo (*Umbrina xanti*).

Se han registrado tallas comerciales de corvina cachema desde 39cm (LT) siendo su longitud máxima 60cm (LT) y talla media de 50cm (LT). Vive en aguas costeras y en las zonas de estuarios con alta salinidad.

La corvina habita zonas costeras y estuarios, su tamaño medio es de 52cm (LT) registrándose ejemplares en Ecuador desde los 42cm (LT) y pesos de entre 0,59 a 1,18kg, su longitud máxima es de 64cm (LT).

En estuarios y lagunas vive la corvina de escama, cuyo tamaño medio es de 60cm (LT) llegando a haber ejemplares de 90cm (LT), siendo su peso máximo publicado de 9,52kg.

La corvina plateada vive asimismo en estuarios, bocas de los ríos y bahías de aguas someras, su longitud media es de 91cm (LT) registrándose en Ecuador ejemplares de hasta 112cm (LT) y 14,8kg.

La corvina rabo amarillo tiene un hábitat bentónico en la plataforma continental desde los 13 a los 82m de profundidad en fondos blandos. Su talla media es de 30cm (LT), pudiendo haber ejemplares de 35cm (LT).

En la segunda familia, Ophidiidae, está la corvina de roca (*Brotula clarkae*), también de hábitat bentónico y fondos blandos, distribuyéndose en profundidades de 60 a 650m. Su talla media es de 70cm (LT) pudiendo haber ejemplares de 105cm (LT).

Los populares bagres son de la familia Ariidae donde está el *Bagre pinnimaculatus*, este vive en aguas costeras, con longitud común de 30cm (LT) y máxima de 95cm (LT) y el *Cathorops dasycephalus* con longitud máxima de 29cm (LT).

En la familia Serranidae están incluidos entre otros el bacalao (*Epinephelus cifuentesi*), la cherna (*Mycteroperca xenarcha*), el colorado (*Epinephelus acanthistius*) y el camotillo (*Diplectum maximum*).

El bacalao se mueve en un rango de profundidades de entre 40 y 120cm, y tiene una longitud máxima de 100cm (LT) y un peso máximo publicado de 22,3kg.

La cherna es una especie que habita aguas estuarinas y próximas a las rocas en la plataforma continental desde los 19 a los 72m de profundidad. Tiene una talla media de 80cm (LT) llegando a ser de 150cm (LT), capturándose ejemplares de 27 a 32kg.

El colorado se encuentra en fondos de arena y lodo de la plataforma continental desde los 30 a los 120m de profundidad. Tiene una talla media de 80cm (LT) pudiendo haber ejemplares de un metro (LT).

En fondos arenosos y fangosos vive el camotillo, con longitudes registradas en Ecuador de hasta 43cm (LT) y un peso equivalente de 0,68kg.

En la familia *Carangidae* está el pez carita (*Selene peruviana*), se encuentra en aguas de la plataforma continental de hábitat pelágico y demersal formando cardúmenes cerca del fondo a profundidades de 10 a 80m. Su talla media es de 24cm (LF) con un máximo de 33cm (LF).

El pámpano (*Peprilus medius*) de la familia *Stromateidae*, es bentónico y pelágico, habita sobre la plataforma continental desde los 12m de profundidad. Tiene una longitud máxima de 25cm (LE).

El berrugate (*Lobotes surinamensis*) de la familia *Lobotidae*, vive en aguas costeras y estuarios, también se agrupa junto a objetos flotantes en aguas oceánicas. En Ecuador se han registrado longitudes de hasta 88cm con un peso equivalente de 12,77kg.

La lisa (*Mugil cephalus*) es de la familia *Mugilidae*, es una especie bentopelágica, vive en fondos fango-arenosos y rocosos encontrándose desde los 0 hasta los 120m de profundidad. Tiene una longitud media de 35cm (LT), registrándose en Ecuador longitudes de hasta 46cm (LF).

La familia *Lutjanidae* cuenta principalmente con las especies pargo liso (*Lutjanus peru*) y pargo lunajero (*Lutjanus guttatus*).

El róbalo (*Centropomus viridis*) de la familia *Centropomidae*, habita en las aguas costeras de la plataforma continental y en estuarios. Su longitud media es de 68cm (LT) con un peso máximo publicado de 21,5kg.

También hay capturas de ciertos crustáceos, camarones y langostas, entre las especies más comunes están:

El camarones blanco (*Litopenaeus vannamei*; *L. stylirostris*; *L. occidentales*), café (*Farfantepenaeus californiensis*), rojo (*F. brevirostris*), cebrá (*Trachypenaeus byrdi*; *T. pacificus*), pomada (*Protrachypene precipua*), Tití (*Xiphopenaeus riveti*), pomada carapachudo (*Sicyonia disdorsalis*) y Carapachudo de profundidad (*Heterocarpus* spp.).

La langosta (*Panulirus gracilis* y *P. peniciliatus*).

Otras capturas de importancia son sobre todo las de cangrejos, rojo y azul y las conchas y ostras, son las especies: cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), cangrejo azul (*Cardiosoma crassum*), concha prieta (*Andara tuberculosa* y *A. similis*), Pata de mula (*A. gigantis*), ostión (*Ostrea columbiensis*), mejillón (*Mytilus guyanensis*), almeja (*Protothaca* spp.), caracol churo (*Melogenia* spp.), calamar gigante (*Dosidiscus gigas*), calamar (*Omastrephes* spp; *Loligo* spp.) y pulpo (*Octopus* spp.).

### 3.5. Capturas

---

En Ecuador el seguimiento de los desembarcos, el programa de recopilación de datos comenzó en septiembre de 1988, tratando de examinar técnicas prácticas para la recopilación de datos de la flota artesanal, pero es en 1989 cuando se establece un programa de seguimiento mensual que abarcó seis comunidades: Manta, San Mateo, Santa Rosa, Anconcito, Playas y Engabao, incluyéndose Esmeraldas en 1990 y Puerto Bolívar posteriormente en 1991.

En la actualidad el esfuerzo dedicado a la investigación de recursos pesqueros se hace a través del proceso de “Investigación de Recursos Bioacuáticos y de su Ambiente” (IRBA) del Instituto Nacional de Pesca, este incluye dos subprocesos la “Elaboración y Ejecución de Proyectos” y la “Evaluación de Proyectos de los Recursos Bioacuáticos y de su Ambiente” cuyo fin es poder desarrollar información sobre los recursos y el uso de los mismos, con una visión integral de las principales pesquerías del país, para conseguir conocimientos adecuados para el ordenamiento de la pesca en Ecuador.

Para ello se realiza el estudio de las pesquerías teniendo en cuenta sus tres elementos principales, el recurso, los usuarios de dicho recurso y las estrategias alternativas de manejo del recurso.

Con actividades como monitoreo de desembarcos y cruceros de investigación, el monitoreo de los desembarcos publicados en la actualidad vía internet están divididos en peces pelágicos

grandes, peces pelágicos pequeños, camarón, concha, cangrejo y algunos desembarcos de aguas continentales, de agua dulce.

La Subsecretaría de recursos pesqueros también tiene estadísticas de desembarcos a través de su red de inspectorías pesqueras, actualmente en crecimiento, repartidas por toda la costa ecuatoriana.

No se conocen con detalle los niveles de explotación ni las capturas de los peces demersales, no existiendo regulaciones al respecto.

El programa de peces pelágicos grandes trata de determinar el grado de explotación de este recurso y de su pesca acompañante, a través de los desembarcos de la flota pesquera artesanal e industrial en los diferentes puertos monitoreados.

La evolución de las capturas de peces pelágicos grandes se ha incrementado de manera clara entre los años 2004 a 2008, yendo desde las 8.416 toneladas estimadas para 2008 hasta las 21.674,8t en 2008, habiendo una reducción de las toneladas estimadas en 2005 con 5.240,6t. En 2009 en 6 meses las capturas ascendieron a 11.597,33t.

Los tiburones, pesca incidental de esta pesquería, han tenido también un notable incremento en este periodo, siendo de 1.143,78t en 2004 y de 6.464,4t en 2008, siendo de 2.464,12t en 6 meses de 2009 y con un descenso en 2005 hasta las 618t.

En 2008 se estimó un total desembarcado de 32.150,37t divididos en un 67,4% de peces pelágicos grandes y un 20,2% de tiburones. Los mayores desembarcos se registraron en Manta, Santa Rosa y Anconcito, siendo los meses de enero y diciembre los más importantes. Los registros más importantes de peces demersales fueron en Puerto Bolívar, con bastante diferencia.



Puertos	Categorías			
	PPG	TIB	RAY	PD
Esmeraldas	1.731,63	238,38	0,92	118,72
Muisne	303,93	30,72	-	65,75
Manta	12.943,68	5.751,84	1,08	153,63
Puerto López	298,49	41,44	2,37	325,31
Anconcito	2.380,46	152,69	14,89	576,82
Santa Rosa	3.553,12	185,32	5,45	101,58
Puerto Bolívar	463,57	80,49	126,85	1.309,93
<b>Total</b>	<b>21.674,88</b>	<b>6.480,88</b>	<b>151,56</b>	<b>26.51,74</b>

**Tabla 2 Desembarcos por puertos, 2008. Fuente INP**

Dentro de los grandes pelágicos la familia *Coryphaenidae*, dorado, fue con diferencia la de mayores capturas, seguida de la *Scombridae* y *Gempylidae* capturadas sobre todo en los meses de bajas capturas de dorado.

En el monitoreo de dorado se determinó una talla media de 92,9cm de LT con una proporción macho-hembra de 1:1,5, con tamaños desde los 45 a los 194cm.

En el año 2010 los desembarcos de peces pelágicos grandes en 5 meses fueron de 11.428,52t y los de tiburones en el mismo periodo de 2.464,12t; este año entró en vigor la prohibición de la pesca de mantarrayas.

## 4. Bibliografía

- “El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008”. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO; Roma, 2009.
- Luis Arriaga M. y Jimmy Martínez O. “Plan de ordenamiento de la pesca y la acuicultura del ecuador”. SRP. MICIP. 2003.
- “Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero”. Codificación 2005-007.
- “Reglamento General a la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero”. Decreto N° 3198.
- [www.subpesca.gov.ec](http://www.subpesca.gov.ec)
- [www.inp.gob.ec](http://www.inp.gob.ec)
- [www.atunerosecuador.com](http://www.atunerosecuador.com)



- Váconez G., José. *"Documento final. agendas de manejo costero integrado (mci) de los municipios costeros de: eloy alfaró, san lorenzo, río verde, esmeraldas, atacames, muisne, pedernales, jama, san vicente, sucre, manta, jaramijó, portoviejo y montecristi"*. PMRC. Abril, 2006.
- Herrera Ximénez, Lola; Molina Bravo, Eduardo. *"Programa de manejo de recursos costeros de ecuador, pmrc"*. Simposio Varaplayas. Noviembre 25-28, 2008. Varadero, Cuba.
- [www.pmrc.gov.ec](http://www.pmrc.gov.ec)
- <http://www.eluniverso.com/2010/09/05/1/1430/ecuador-prohibe-pesca-comercio-mantarrayas.html?p=1427&m=1200>
- <http://faolex.fao.org>
- Marco Herrera, Esteban Elías, Rómulo Castro y Carmen Cabanilla. *"Evolución de la pesquería artesanal del atún en aguas ecuatorianas"*, IRBA. INP
- Rómulo Castro A. *"Descripciones de las embarcaciones pesqueras de la costa ecuatoriana"* A.IRBA. INP.
- C. Cabanilla, 2007 *"Seguimiento de los desembarques de peces pelágicos grandes durante 200"*
- Luís Pacheco Bedoya. *"Volúmenes de captura de atún industrial 2000-2008"*
- Jacqueline Cajas y Dialhy Coello, 2010. *"Informe pesquero enero 2010. desembarque de tiburones"*.IRBA. INP.
- Dialhy Coello, 2010. *"Informe pesquero marzo 2010. desembarque de tiburones"*. IRBA. INP.
- Núñez Basáñez, curso 2006/2007. *"3.7 Recursos Naturales Pesqueros I. Especies pelágicas migratorias"*, (Apuntes de oceanología).
- Michel J. Dreyfus León y Humberto Robles Ruiz, 2008. *"Tallas (longitud furcal) del atún aleta amarilla, thunnus albacares, capturado por la flota atunera mexicana durante 2000"*.
- [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)
- Martínez-Ortíz J. 2010. *"Manual de la Pesca Blanca. 45 especies de interés comercial"*. Asociación de Exportadores de Pesca Blanca del Ecuador (ASOEXPEBLA). Tercera edición, 172pp. Parte de este libro se puede consultar <http://www.pescablanca.com/especies-hand-book-45.php>.

- Posters: *“Peces óseos I”*, *“Peces óseos II”*, *“Tiburones”*, de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca y la Escuela de Pesca del Pacífico Oriental.

## **IV. ESTUDIO DE LOS PUERTOS PESQUEROS ARTESANALES**

### **1. Introducción**

---

El objetivo de esta parte del documento es recoger la información, del estudio de los diferentes puertos pesqueros artesanales, que fueron visitados durante nuestra estancia en Ecuador.

La información la obtuvimos de entrevistas con los dirigentes de las cooperativas, inspectores de pesca, los propios pescadores artesanales e informes realizados por las distintas instituciones del sector pesquero artesanal.

Se ha intentado seguir una estructura común en todos los puertos, a la hora de exponer los datos; una pequeña introducción con información general de la caleta, un análisis de la flota, artes de pesca que utilizan, principales caladeros y capturas y una pequeña explicación de cómo se desarrolla la actividad pesquera.

Hay que señalar que en todas las caletas, no se ha podido recoger la misma cantidad de información, principalmente por problemas de tiempo y lejanía.

## 2. Península de Santa Elena

### 2.1. Santa Rosa

La parroquia de Santa Rosa es una localidad costera, que se encuentra en la provincia de Santa Elena, próxima la ciudad de Salinas. Está ubicada aproximadamente a  $2^{\circ}12'00''\text{S}$  y  $80^{\circ}56'00''\text{O}$ .

Este puerto está caracterizado por su gran actividad de la pesca artesanal, que constituye la principal fuente de ingresos de sus habitantes así como, su principal fuente alimenticia.



**Ilustración 24. Puerto de Santa Rosa**

Santa Rosa es un puerto pesquero con gran movimiento económico, sin embargo cuenta con serios problemas urbanos y sociales.

Con una población de alrededor de 10.000 habitantes, en Santa Rosa hay censados unos 2000 pescadores. La mayoría de los hogares están formados por 5 miembros, sin embargo destaca un grupo importante de hogares formados hasta por 8 personas.

Número de miembros por hogar	
Una o dos personas	7,92%
De tres a cinco personas	54,84%
De seis a ocho personas	30,44%
Más de ocho personas	6,79%

Fuente: Encuestas realizadas para el estudio ambiental del puerto de Santa Rosa (1)

**Tabla 3. Población de Santa Rosa**

Las principales actividades económicas son:

- La pesca artesanal
- La acuicultura
- La artesanía

Su situación geográfica, ha permitido que las actividades vinculadas con la pesca y acuicultura hayan alcanzado un desarrollo mayor.

La ocupación de la mayoría de la población masculina de Santa Rosa, se dedica a la pesca artesanal. En general las personas adultas dedicadas a la actividad pesquera han alcanzado estudios de nivel primario, no obstante existe un pequeño grupo que no ha asistido nunca a la escuela.

En el puerto de Santa Rosa, existen 3 gasolineras, 4 almacenes de venta de repuestos, 2 fábricas de hielo, tres puntos de venta, unas 30 bodegas de pescado y cuatro cámaras de frío.

Existen 3 asociaciones y cooperativas de pescadores;

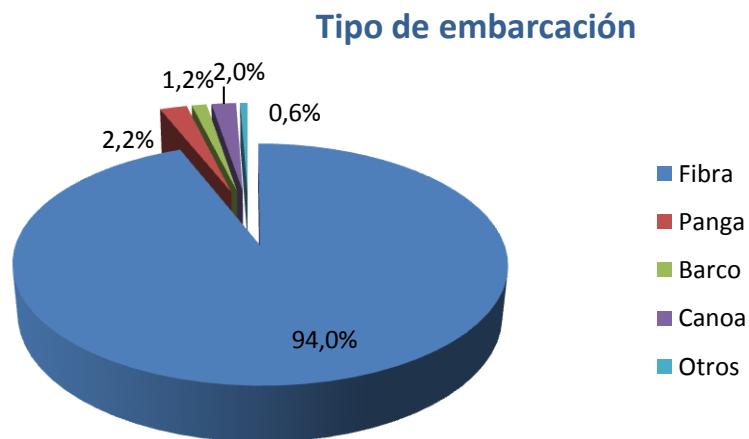
- Asociación de pescadores del puerto de Santa Rosa
- Cooperativa de producción pesquera artesanal, del puerto de Santa Rosa, filial de FENACOPEC
- Asociación de pargeros (pescadores de pargo)

En los últimos años la Municipalidad del cantón de Salinas ha desarrollado diferentes planes para mejorar la actividad pesquera en la parroquia de Santa Rosa.

Uno de los proyectos más ambiciosos es la construcción de un puerto pesquero artesanal, que mejore las actividades de amarre y atraque de las embarcaciones así como los desembarcos de las capturas. Éste puerto pesquero será capaz de responder a las demandas presentes y futuras de los pescadores artesanales.

### 2.1.1. Análisis de la flota

La flota pesquera del puerto de Santa Rosa está compuesta en su mayoría por embarcaciones de fibra de vidrio, alrededor de 1200 fibras activas, propulsadas con motores fueraborda de 75hp de potencia.



**Gráfica 5. Clasificación de la flota en Santa Rosa**





**Ilustración 25. Motores fuera de borda de 75 hp**

Las dimensiones principales de las embarcaciones se encuentran entre:

- Eslora: 8,5 - 9,0 m
- Manga: 1,9 - 2,0 m
- Puntal máximo: 0,85 - 1,00 m



**Ilustración 26. Embarcación de fibra de vidrio**

El número de tripulantes varía entre 3 y 4 por lancha, dependiendo de la modalidad de pesca. En el caso de pesca con enmalle el número de tripulantes es 3 y en el caso del uso de espín son 4 los pescadores.

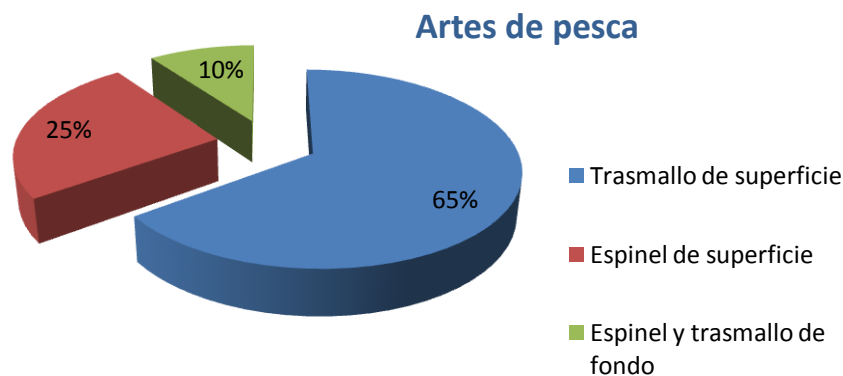
En cuanto a los equipos de navegación, la mayoría de las embarcaciones disponen de radios y GPS, sin embargo está más generalizado el uso del compás, en algunos casos sólo se confía en la experiencia de los tripulantes. En mucho de los casos no conocen como se usa el GPS.

Respecto a los equipos de salvamento, con todos los pescadores y armadores que estuvimos entrevistando nos comentaron que si llevaban chalecos salvavidas, sin embargo nosotros no localizamos ni un solo chaleco.

El precio de estas embarcaciones se encuentra, en torno a los \$10.000, sin tener en cuenta ni las artes de pesca, ni los equipos de navegación, simplemente el casco, que en el caso de una embarcación de 8,50 m de eslora su precio es de \$4.500 y el motor unos \$5.500.

### 2.1.2. Artes de pesca

La modalidad de pesca más utilizada es el enmalle de superficie con un 65%, aproximadamente el 25% de la artes son espinel de superficie y el 10% restante comprende el espinel de fondo y enmalle de fondo.



Gráfica 6. Artes de pesca de Santa Rosa

\*Datos aportados por un dirigente de la cooperativa de Santa Rosa

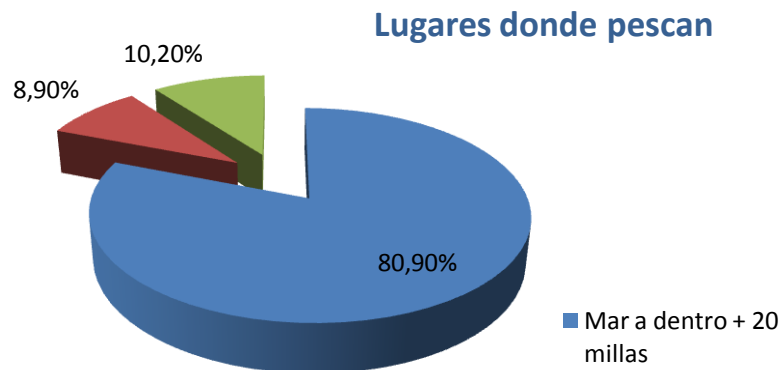
En todas las épocas del año se utiliza tanto el enmalle como el espinel, en el caso del espinel, el arte se cala a distintas profundidades según la especie objetivo a capturar.

### 2.1.3. Caladeros y capturas

Los caladeros donde salen a pescar se encuentran normalmente a unas 60 - 80 millas de las costa, según comentaban los pescadores cada vez, es mayor la tendencia a alejarse más del litoral, ya que cada vez la pesca es menor.

***“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”***  
*Proyecto 082/ Cuaderno 1*





**Gráfica 7. Situación de los caladeros de los pescadores de Santa Rosa**

#### 2.1.4. Actividad pesquera

El número medio de salidas a la semana es 2 y su duración es de 2 a 3 días dependiendo de la captura. Las faenas pueden llegar a ser diarias si la captura es buena. Los ingresos de los pescadores están directamente relacionados con el número de salidas que hagan.

Respecto al reparto de las ganancias, los integrantes en el proceso de captura, tienen remuneraciones diferentes.

De la ganancia total, se descuentan los costes de operación: combustible, víveres, hielo y carnada.

Una vez descontados los costes de operación, el 50% de las ganancias se le entrega al armador de la embarcación y el otro 50% se reparte entre los pescadores. En el caso de que el armador sea también pescador, recibirá el 50% correspondiente al armador más la parte que le corresponda del otro 50% como pescador.

En el caso de que en la salida no se hayan cubierto los costes de operación, estos se acumulan y son descontados en la siguiente salida.

En todas las faenas se separa una pequeña parte de la pesca, que recibe el nombre de “chancha”, que es repartida exclusivamente entre los pescadores de la embarcación, incluso cuando no se cubren los costes de operación, el armador no participa en este reparto. El valor de ésta chancha está comprendido entre los \$ 15-20 por viaje.

La comercialización y el movimiento de la pesca se realizan con la colaboración de unos 100 bongos y canoas, se tratan de pequeños botes de madera, propulsados a remo, que sirven de enlace entre las fibras que se quedan fondeadas y la playa.

Los comerciantes se diferencian en función del destino de la pesca, según vaya al mercado local o de exportación.



**Ilustración 27. Puerto de Santa Rosa**

Estos bongos y canoas, tienen como objeto llevar y traer comerciantes y movilizar tanto la pesca como el combustible y otros insumos referentes a la pesca.

El flete de la embarcación es de \$0,25 para una persona y \$ 0,50 para dos o más personas. En el caso de movilización de combustible o de la pesca, el flete varía entre los \$ 3-10, dependiendo de la cantidad.



**Ilustración 28. Transporte de la pesca**

Una de las peculiaridades de la comercialización en Santa Rosa, es que la primera venta del pescado se realiza a bordo de las fibras, según entran éstas al puerto los comerciantes se acercan a la embarcaciones con los botes de madera y una vez en la fibra inician la negociación con el armador.





**Ilustración 29. Primera venta del pescado**

Una vez que el pescado ha llegado a la playa, es eviscerado, en ocasiones se vuelve a vender a un tercero. Después de que la pesca haya sido eviscerada, ésta se traslada en camiones con hielo a las grandes ciudades como Guayaquil y Quito. En el caso de que el camión no haya llegado al puerto, el pescado se almacena en alguna de las bodegas.



**Ilustración 30. Bodegas de almacenamiento y camión para el transporte de largas distancias**

Más del 90% de las capturas son procesadas en la playa, la actividad del eviscerado origina graves problemas ambientales en el puerto ya que la gran mayoría de los desperdicios son arrojados al mar.



**Ilustración 31. Eviscerado de pescado**

Actualmente existen personas que recogen las vísceras y las cabezas de pescado y las venden a las plantas artesanales de harina de pescado.



**Ilustración 32. Vísceras de pescado**



El sistema de recogida de desechos del puerto es muy deficiente, las bodegas de pescado que se encuentran próximas al puerto no cuentan con un sistema de alcantarillado efectivo y tiran los desechos directamente al mar, lo que contribuye más a la contaminación de la caleta pesquera.



**Ilustración 33. Desembarque de capturas**

## 2.2. Anconcito

Anconcito está ubicado al sur de la Península de Santa Elena. La caleta está localizada aproximadamente a 2° 20' S, 80° 53' O.



**Ilustración 34. Puerto de Anconcito**

Actualmente el puerto de Anconcito carece de infraestructura portuaria que permita realizar las operaciones de carga y descarga. El embarque de combustible, agua dulce, víveres, etc. se realizan desde la playa, lo que provoca que en situaciones de mala mar estas maniobras se compliquen considerablemente e incluso no pudiéndose realizar.



**Ilustración 35. Abastecimiento de insumos**

Otro problema grave de este puerto es que no cuenta con las instalaciones necesarias, para el desecho de los eviscerados, provocando que en la mayoría de los casos vuelvan al mar.

El puerto pesquero no dispone de ningún centro de acopio para la venta de las capturas, lo que origina que el pescador al regresar, vende la pesca al precio que fijan los comerciantes.

El puerto de Anconcito, cuenta con dos gasolineras de combustible artesanal, 2 fábricas de hielo más un punto de venta y de 4 a 5 locales que se utilizan como bodegas para la pesca.



**Ilustración 36. Gasolinera de pesca artesanal**

En Anconcito hay 5 cooperativas de pescadores:

- “Coop. Fuerza Anconcito”, son unos 60 socios y están dedicados a peces pelágicos grandes.
- “Coop. 25 de marzo” son unos 36 socios, dedicados al camarón.
- “Coop. Lobo de mar” formada por 21 buzos.
- “Asociación 20 de agosto”, dedicados al camarón.
- “Coop. 2 de junio”, formada por 33 socios, propietarios de 40 fibras, dedicadas a la pesca de pelágicos grandes.



### 2.2.1. Análisis de la flota

---

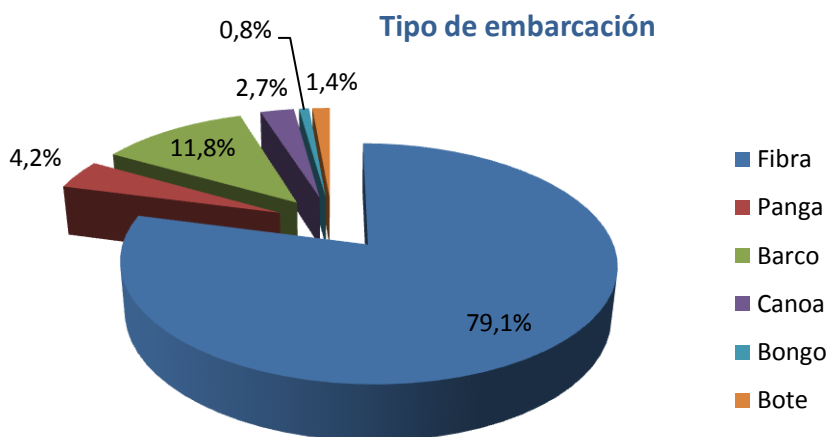
En la flota pesquera de Anconcito se pueden distinguir tres grupos de embarcaciones:

- Las lanchas de fibra de vidrio; son las más numerosas, tienen esloras comprendidas entre los 7,5-8,5 m, para su propulsión usan motores fueraborda de 75 hp y su tonelaje neto está próximo a las 3 toneladas.
- Los buques nodriza; son embarcaciones de madera, de mayor autonomía, con esloras aproximadas de 20 m. Se propulsan con motores diesel de 160 a 180 hp de potencia, y con un tonelaje promedio de 20-30 TRN.



**Ilustración 37. Buque nodriza de Anconcito**

- Los botes y pangas de madera; son embarcaciones más pequeñas que las fibras, con esloras comprendidas entre los 5 y 7 m. Se propulsan con motores fueraborda de 40hp.



**Gráfica 8. Clasificación de la flota en Anconcito**

### 2.2.2. Artes de pesca

En Anconcito se utilizan diferentes artes de pesca, pero las más usadas por los pescadores artesanales son:

Espinel de fondo o línea de fondo; para la pesca de la corvina, bagre y robalo.

Línea de superficie; se utiliza en la captura de especies pelágicas como el picudo, la albacora y el dorado.

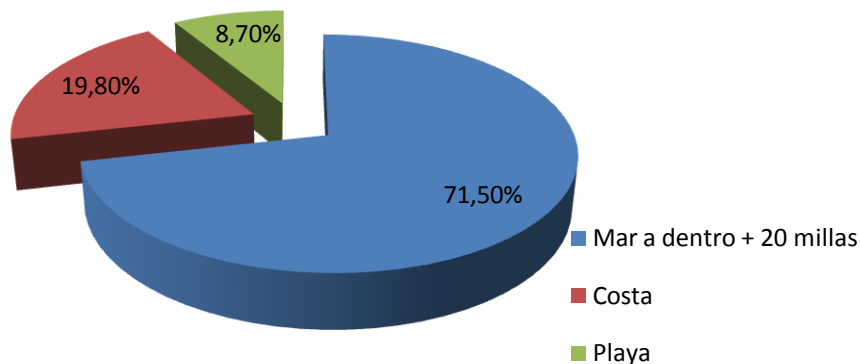
Enmalle; se utiliza principalmente para la pesca del camarón.

### 2.2.3. Caladeros y capturas

Se distinguen tres tipos de pesquerías, que tienen como objetivo las capturas de:

- Peces pelágicos : picudos , dorados , atunes
- Peces demersales: corvina de roca
- Crustáceos : camarón

### Lugares donde pescan



**Gráfica 9. Situación de los caladeros de los pescadores de Anconcito**

#### 2.2.4. Actividad pesquera

Dentro del puerto de Anconcito, se distinguen dos modos de pesca diferentes.

- **Utilizando buques nodriza**

En esta modalidad de pesca el buque nodriza, lleva remolcadas entre 5-8 fibras, hasta la zona de pesca. Una vez en el lugar deseado las fibras salen a pescar a una distancia de unas 5 millas y comienzan a abastecer de pesca al buque madre a la vez, que éste, les abastece de hielo, carnada y combustible.

La duración de la salida está en torno a los 15 días (hasta que se llenan las bodegas o se agotan los insumos). Tanto el buque madre como las fibras, pescan con espinel.

Las nodrizas no cuentan con máquinas de hielo, sino que llevan entre 600 y 800 marquetas de hielo, dependiendo del tamaño.

El coste de remolque de las embarcaciones y víveres para los pescadores es aproximadamente el 30% de los beneficios de la captura por fibra. Del 70 % restante se descuentan los costes de combustible, del sobrante, el 50 % se destina al armador y el otro 50% se reparte entre los pescadores.

En este tipo de pesca, la chancha mínima de los pescadores está en torno a los \$50. Aproximadamente el 80 % de las capturas de Anconcito se realizan con esta modalidad.

### • Utilizando las embarcaciones de fibra de vidrio

El modo de pesca de estas embarcaciones es diario, normalmente salen por las tardes y regresan al medio día del día siguiente.

La carga de víveres, hielo y carnada, así como la descarga de la pesca, se realiza utilizando los botes y pangas, ya que el calado de las nodrizas impide que se puedan acercarse a la playa, todo esto hace que aumenten los costes de operación.

## 3. Esmeraldas

La provincia de Esmeraldas se sitúa en la parte noroeste de Ecuador. Las fuentes de ingresos más importantes son, la pesca, la industria petrolífera y el turismo. El número de habitantes supera los 300.000.



Ilustración 38. Mapa de la provincia de Esmeraldas. Fuente SRP

### 3.1. Muisne

Es la cabecera cantonal del Cantón de Muisne, cuenta con una población de 8.670 habitantes (INEC 2001), sus principales actividades económicas son la pesca, la agricultura y el turismo.

La caleta cuenta con una fábrica de hielo y dos gasolineras artesanales. Existen dos cooperativas pesqueras “Felipe Mina Corozo” y la “30 de Agosto”.

No existe infraestructura para el desembarque de la pesca.



**Ilustración 39. Puerto de Muisne**

### **3.1.1. Análisis de la flota**

La flota pesquera está compuesta en su mayoría por fibras de vidrio propulsadas con motores fueraborda de 40 y 75 hp de potencia. Las dimensiones principales de las fibras son:

- Eslora: 6,5 – 8,5m
- Manga: 1,7 - 2,1 m
- Puntal máximo: 0,80 - 1,05 m
- En menor cantidad existen bongos y canoas.



**Ilustración 40. Desembarque**



### 3.1.2. Artes de pesca

Más del 80% de las artes que utilizan son de espinel de superficie, también utilizan redes de enmalle, espinel de fondo y redes camaroneras.

### 3.1.3. Caladeros y capturas

Especie	Arte de pesca	Temporada
Dorado	Espinel de superficie	Noviembre- abril
Cabezudo	Espinel de superficie	Marzo
Corvina	Espinel de fondo	Enero - abril
Pargo	Espinel de fondo	Enero - abril
Langostino	Red camaronera	Enero- mayo
Picudo , wahoo, banderón ,albacora, tollo	Espinel de superficie	Mayo- julio

**Tabla 4. Capturas y artes de pesca de Muisne**

La distancia a los caladeros es aproximadamente de 30 a 50 millas y las zonas donde se encuentran están entre Cojimies, provincia de Manabí y Galera perteneciente al Cantón de Atacames.

### 3.1.4. Actividad pesquera

Para la pesca de altura, se utilizan las fibras, las salidas suelen durar varios días y no van más de tres pescadores por embarcación. Para conservar el pescado usan bloques de hielo, de 5 a 6 marquetas para la pesca de altura y 2 para los que realizan pesca costera.

En el caso de las canoas de madera, no se utiliza ningún método de conservación ya que las faenas duran solamente horas.



**Ilustración 41. Pescador de Muisne**

Cuando las embarcaciones llegan a la orilla, la pesca se traslada en carritos a bodegas construidas de cemento que utilizan hielo triturado para conservar el pescado.

La comercialización del pescado se realiza una vez llegado al puerto. En muchos casos existen acuerdos entre los comerciantes y los pescadores, en donde los comerciantes les financian la salida entregándoles el combustible, la carnada y el hielo a cambio de asegurarse la pesca. En la mayoría de los casos los comerciantes abusan de su posición dominante e imponen precios a los pescadores, que habitualmente salen perjudicados.

Los principales mercados de venta son Esmeraldas, Quito y Manta.

### 3.2. Esmeraldas

Es el puerto más importante de la provincia, cuenta con una población de 157.792 (INEC 2001), el número de pescadores según el último censo pesquero se estima en 3.402.

El puerto de Esmeraldas cuenta con servicios de agua potable, suministro de hielo e insumos.

El puerto cuenta con “muelles” de desembarque, que permiten que la pesca sea trasladada a las bodegas de forma manual en unos carritos.



**Ilustración 42. Carritos para transportar la pesca y gasolinera de pesca artesanal de Esmeraldas**



El puerto dispone a su vez con 79 locales, de los cuales sólo 38 son bodegas de pescado y el resto se utilizan para talleres de reparación, comedores y tiendas de insumos. Existen dos gasolineras, una pertenece a la UPROCOOPES sin posibilidad de suministro directo a las embarcaciones y la otra perteneciente a la Armada con posibilidad de suministrar directamente el combustible.



**Ilustración 43. Desembarque de la pesca en el puerto de Esmeraldas**

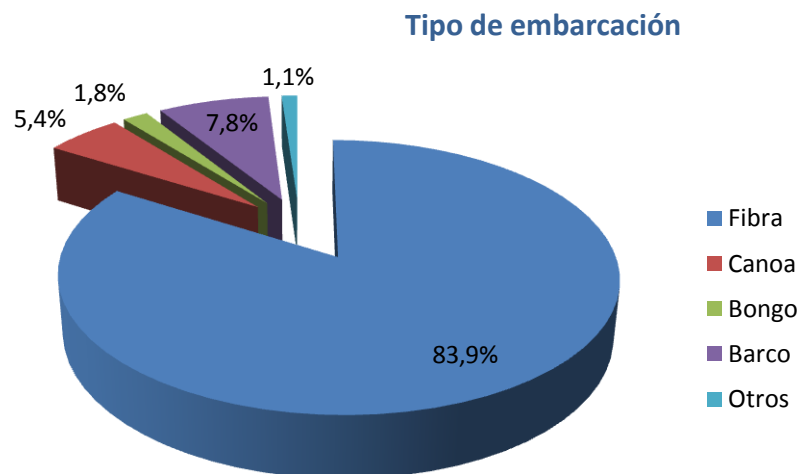
### **3.2.1. Análisis de la flota**

La flota artesanal del puerto de Esmeraldas está compuesta por aproximadamente 1000 embarcaciones de fibra de vidrio, de 5,5-9,5 m de eslora, propulsadas con motores fueraborda de 75 hp de potencia. En algunos casos utilizan dos motores, uno de 75 hp y otro de 40 hp de potencia.



**Ilustración 44. Flota pesquera artesanal**

Aparte de las fibras, existen de 6 a 7 nodrizas pertenecientes a la flota artesanal, son embarcaciones de unos 20 m de eslora, con una capacidad de pesca de 25-35 toneladas. Tienen una autonomía de 800 galones, normalmente se desplazan una distancia media de 200 millas y llevan a remolque entre 5-6 fibras.



**Gráfica 10. Clasificación de la flota del puerto de Esmeraldas**

### 3.2.2. Artes de pesca

En este puerto se utilizan diferentes artes de pesca:

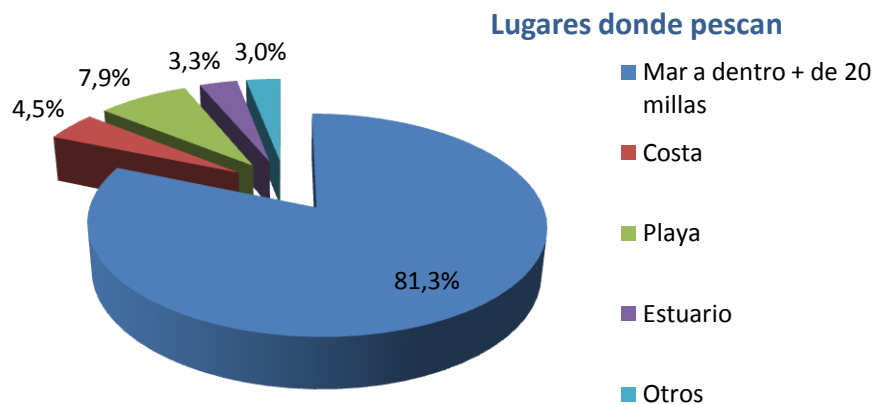
- Red de enmalle de 4 a 8 pulgadas, con un largo de 500 a 1500 metros
- Espinel de superficie de 200 anzuelos gruesos

- Espinel dorado de 400 anzuelos

### 3.2.3. Caladeros y capturas

Los caladeros de pesca se sitúan, al sur entre Cojimíes, provincia de Manabí y Tonchigüe perteneciente al Cantón de Atacames, y al norte llegan hasta la frontera con Colombia.

Las distancias a las zonas de pesca superan las 100 millas.



**Gráfica 11. Situación de los caladeros de los pescadores de Esmeraldas**

### 3.2.4. Actividad pesquera

Las faenas de pesca duran de 2 a 3 días, como máximo 4 días. Los costes de operación en este puerto son bastante elevados comparados con otros puertos, una media de \$600-800 por faena, esto es debido a que los pescadores de desplazan grandes distancias, llevan de media 400 galones de gasolina y en algunos casos las fibras llevan dos motores.

A diferencia de otros puertos, los procesos de eviscerado y desangrado se realizan en el mar, los desperdicios son arrojados por la borda, lo que impide que las vísceras puedan ser utilizadas para otros usos. Como medios de conservación utilizan





marquetas de hielo.

La comercialización del pescado se realiza en las bodegas del puerto, que conservan las capturas colocándola en cajones de cemento con hielo, para luego ser distribuida a los diferentes mercados del país.

En el caso de la pesca blanca, la de mayor calidad se destina al mercado de exportación.

### 3.3. Rio Verde

---

Es la cabecera cantonal, una gran parte de su población se dedica a actividades de la pesca. Entre las actividades económicas destacan la pesca, agricultura y turismo en menor medida.

En ésta caleta pesquera los desembarques se realizan en la playa, existen 3 bodegas para almacenar y conservar la pesca.

La comunidad pesquera cuenta con una gasolinera de combustible artesanal que pertenece a la cooperativa Perla Rioverdeña.

En cuanto a las asociaciones y cooperativas, aparte de la Perla Rioverdeña, existe la cooperativa Perla del Pacífico y la asociación El Palmar encargadas de las embarcaciones de remo.

#### 3.3.1. Análisis de la flota

---



**Ilustración 47. Canoa Realzada**

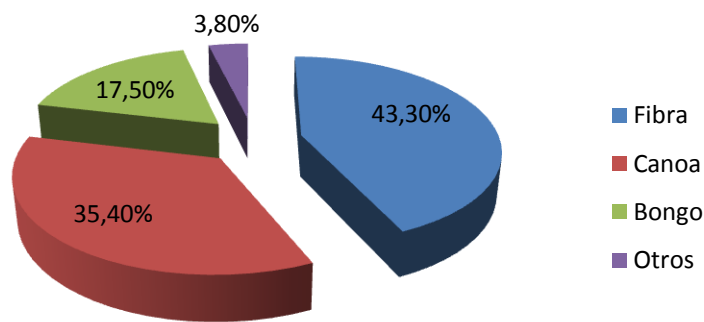


**Ilustración 46. Canoa de montaña de madera**

La flota pesquera artesanal está formada por;

- Canoas realzadas, construidas de madera que se propulsan con motores fuera de borda.
- Fibras, que se dedican a la pesca de altura.
- Canoa de montaña, pequeñas embarcaciones de madera, que utilizan los remos como medio de propulsión como norma general y en algunos casos se ayudan de la vela.

**Tipo de embarcaciones**



**Gráfica 12. Clasificación de la flota de Rio Verde**



**Ilustración 49. Vela para la propulsión de bongo**



**Ilustración 48. Niño pescador y redes de enmalle**

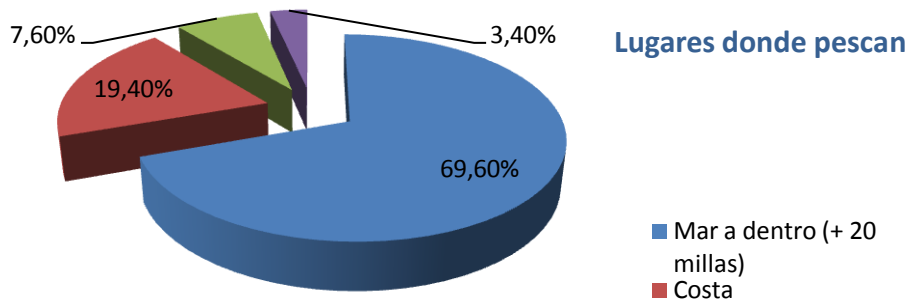
### 3.3.2. Artes de pesca

Las artes que más se utilizan en ésta caleta son:

- La changa, se trata de una red de arrastre para el camarón pomada.
- Red de enmalle camaronera.
- El volantín para la pesca costera.
- Espinel de superficie en el caso de la pesca de altura.

### 3.3.3. Caladeros y capturas

Las faenas de pesca se realizan entre Camarones al sur y la Parroquia Lagarto al norte.



**Gráfica 13. Situación de los caladeros de los pescadores de Río Verde**

Especie	Temporada
Camarón pomada	Enero - mayo
Pargo, sierra y picudo	Julio- septiembre
Langostino	Junio- agosto
Dorado	Noviembre- marzo

**Tabla 5. Especies y temporadas de pesca de Río Verde**

### 3.3.4. Actividad pesquera

---

Sólo en el caso de las embarcaciones de fibra de vidrio, en las que la distancia de pesca supera las 20 millas, en el resto de las embarcaciones realizan sus actividades en torno a las 2 a 3 millas desde la costa.

Los costes de faena para el caso de las canoas y bongos, son muy bajos ya que al realizar la pesca cerca de la costa el consumo de combustible es muy pequeño, además en ésta modalidad no tienen gastos ni de hielo ni de alimentación ya que las salidas son diarias, comienzan a las 5 am y terminan a media mañana.

Sin embargo para el caso de la pesca del picudo, sierra, etc. es decir la que se realizan con las lanchas de fibra, los costes de faena se incrementan de manera importante, principalmente por el combustible.

En cuanto a la manipulación y conservación de la pesca, como las faenas son de corta duración no existen procesamientos de las capturas, las piezas se venden en tierra, a los comerciantes, enteras y con vísceras.

La comercialización se realiza directamente en la playa y el principal lugar de destino es Esmeraldas. Para el caso del camarón los principales mercados son Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsachilas y Guayaquil.

### 3.4. Rocafuerte

---

El puerto de Rocafuerte, cuenta con una importante flota pesquera artesanal, además de la pesca, otra fuente de ingresos importantes es la agricultura.

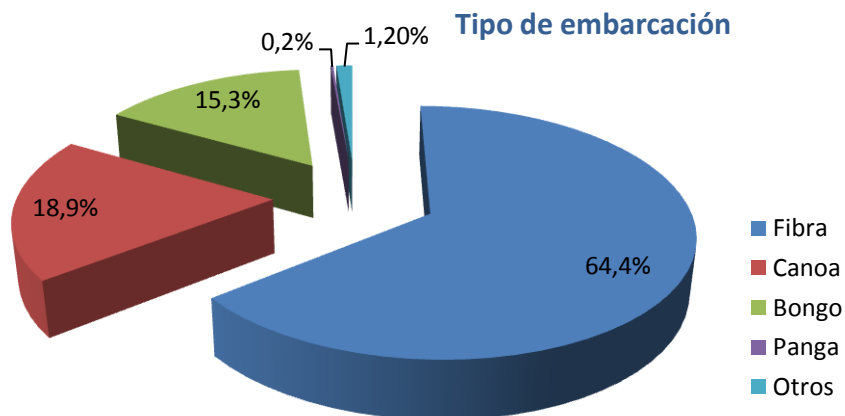
En cuanto a las facilidades pesqueras, el puerto dispone de dos gasolineras de combustible artesanal una de ellas perteneciente a una cooperativa.





Ilustración 50. Caleta de Rocafuerte

### 3.4.1. Análisis de la flota



Gráfica 14. Clasificación de la flota de Rocafuerte

La flota pesquera está compuesta en su mayoría por fibras de vidrio destinadas a la pesca de altura. Existe un número importante de canoas realzadas y bongos, que se tratan de pequeñas embarcaciones, con poca autonomía, que realizan sus operaciones de pesca en el horquilla de las 2 a 3 millas de la costa.

### 3.4.2. Artes de pesca

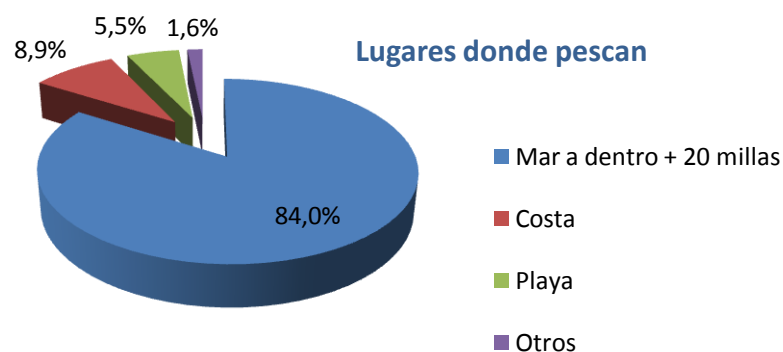
Las redes más utilizadas son las redes de enmalle, las redes camaroneras, las de arrastre para la pesca de la pomada y el espinel de fondo para la captura de la corvina. En el caso de la pesca de altura, el arte utilizada es el espinel de superficie.



Ilustración 51. Cebado del anzuelo

### 3.4.3. Caladeros y capturas

Las zonas de pesca se localizan entre Limones y Palestina



Gráfica 15. Situación de los caladeros de los pescadores de Rocafuerte

Especie	Temporada
Camarón pomada	Enero - junio
Pargo, sierra y picudo	Julio- septiembre
Langostino	Junio- agosto
Dorado	Noviembre- marzo

**Tabla 6. Especies y temporada de pesca en Rocafuerte**

#### 3.4.4. Actividad pesquera

Los costes de operación son relativamente bajos, al tratarse de embarcaciones con poca autonomía apenas tienen gasto de combustible. En el caso de las embarcaciones que operan cerca de la costa, las de arrastre del camarón pomada, son las que mayor consumo de combustible tienen y por consiguiente las de mayores coste de operación.

En el caso de la pesca de altura, el coste del combustible es mucho más representativo dentro de los costes de faena.

Al igual que en la caleta de Rio Verde en general la pesca no recibe ningún tipo de tratamiento, se vende directamente en la playa y el principal destino de la pesca es Esmeraldas.

### 3.5. Limones

Es la cabecera cantonal de Eloy Alfaro, su población se encuentra en torno a los 6000 habitantes y según el último censo pesquero se estima que haya 803 pescadores.



**Ilustración 52. Llegada al puerto de Limones**

En cuanto a la infraestructura de Limones, el pueblo cuenta con muelles de desembarque, fábricas de hielo, gasolineras, talleres para la reparación de motores y bodegas para el almacenamiento de la pesca.

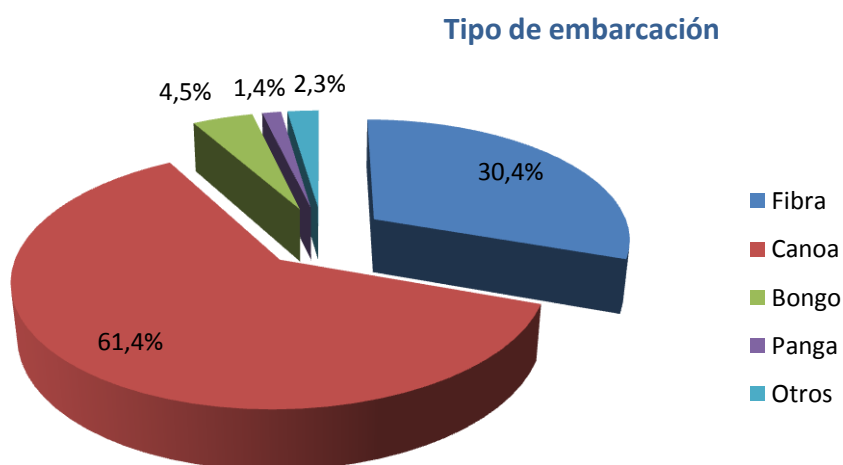
Existen entorno a unas 10 cooperativas de pesca artesanal pero en la actualidad sólo funcionan dos, la “Eloy Alfaro” y la “12 de Noviembre”.

### 3.5.1. Análisis de la flota

Más del 60% de la flota pesquera de Limones está compuesta por canoas realizadas y el sistema de propulsión que utilizan la mayoría de las embarcaciones es , motores fuera de borda de 40 hp de potencia.



Ilustración 53. Canoa realizada



Gráfica 16. Clasificación de la flota de Limones

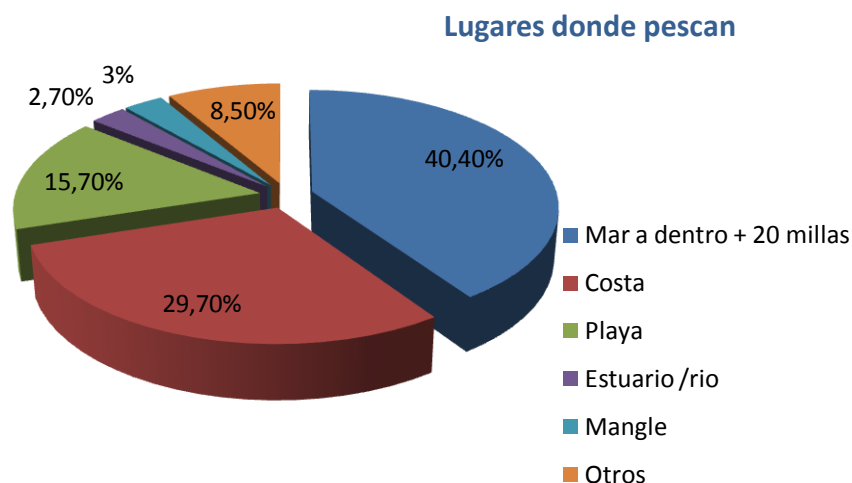
### 3.5.2. Artes de pesca

Las artes de pesca más utilizadas en ésta caleta son:

- Red de enmalle camaronera.
- Red mono y multifilamento.
- Espinel de fondo.

### 3.5.3. Caladeros y capturas

Las zonas de pesca se extienden desde la caleta de Palestina hasta la frontera con Colombia para el caso de la pesca de altura. También se realizan las faenas de pesca en el interior de la reserva de ecológica Manglares Cayapas Mataje.



**Gráfica 17. Situación de los caladeros de los pescadores de Limones**

Por lo general la actividad pesquera se realiza todo el año, pero se definen diferentes temporadas de pesca dependiendo de la especie a capturar.

Especie	Temporada
corvina, colorado, langostino	Diciembre- agosto
Camarón pomada	Enero- abril
Camarón cebra	Junio- septiembre
Pesca blanca	Enero- julio

**Tabla 7. Especies y temporadas de pesca en Limones**



#### 3.5.4. Actividad pesquera

---

Las salidas de pesca son de corta duración y por lo general no utilizan medios de conservación en las embarcaciones, en muchos casos no llevan hielo.

Una vez en tierra venden el pescado directamente a los comerciantes, que se encargan de realizar las actividades de eviscerado. La pesca la conservan con hielo triturado en cajones de cemento o de fibra.

El destino principal de la pesca es Esmeraldas, Santo Domingo de los Colorados e Ibarra. Limones cuenta con un número fijo de comerciantes que transportan la pesca en canoas con hielo hasta La Tola o al puerto de San Lorenzo.

### 4. Guayas

---

La provincia de Guayas, está localizada al suroeste del país. Guayas es la provincia más poblada, con más de 3 millones de habitantes (censo 2001). Su capital, Guayaquil es el motor comercial e industrial de Ecuador.

#### 4.1. Gral. José de Villamil

---

Gral. José de Villamil también conocido como Playas se encuentra al suroeste de la provincia del Guayas, cuenta con una población estimada de 30.000 personas. Durante la temporada playera (Enero- Mayo) el número de personas aumenta de forma importante, ya que el turismo es su principal actividad económica.

Desde la antigüedad playas se ha considerado como centro de pesca artesanal, prueba de ello es que en la actualidad se conservan las balsas pesqueras precolombinas.

El número de pescadores según el último censo pesquero es de 860 y se estima que en torno a 2000 personas viven directamente de la pesca.

Existen 4 cooperativas pesqueras artesanales:

- **Cooperativa de Producción Pesquera Artesanal Punta Chopoya** (61 socios); que cuenta con 117 embarcaciones, de las cuales sólo 20 son de fibra, el resto son embarcaciones de madera. Cada socio no puede ser propietario de más de 2 embarcaciones, con el fin de evitar que aumente el esfuerzo pesquero.



**Ilustración 54. Embarcaciones de la cooperativa "Punta Chopoya"**

- **Cooperativa Pesquera Artesanal Las Balsas** (60 socios): formada por 16 balsas y 44 pangas, 43 de madera y una de fibra. De las 16 balsas que forman la cooperativa sólo 3 se dedican a actividades de pesca, el resto se dedican a actividades turísticas.



**Ilustración 55. Embarcaciones de la cooperativa "Las Balsas"**

- **Cooperativa Hijo del Mar** (41 socios): con 55 embarcaciones, 51 de madera y 4 de fibra. **Cooperativa San Pedro de Playas** (38 socios): con 40 embarcaciones, 10 de ellas construidas con fibra de vidrio.



**Ilustración 56. Embarcaciones de la cooperativa "Hijos del mar"**





**Ilustración 57. Embarcaciones de la cooperativa "San Pedro"**

Existen unas 25 embarcaciones independientes, que no pertenecen a ninguna cooperativa ni asociación. Sólo el 57% de los pescadores pertenecen a alguna cooperativa y/o asociación de pescadores artesanales.

La comunidad pesquera de Playas, dispone de una fábrica de hielo y una gasolinera de combustible artesanal. Ninguno de l

os dos servicios se sitúa próximo a las inmediaciones de la playa, es preciso trasportar tanto la gasolina como el hielo durante un trayecto de 5 minutos en coche hasta la playa.

Actualmente existen dos proyectos del Gobierno ecuatoriano para el desarrollo de la comunidad pesquera de Playas, la construcción de un muelle pesquero artesanal, que según nos comentaron los dirigentes de las cooperativas, las obras comenzaran en aproximadamente un año y el otro proyecto, consiste en sustituir las 16 balsas, por pequeñas embarcaciones de fibra de aproximadamente 5,5m de eslora y 40 hp. y mantener las 16 balsas para actividades turísticas.

#### **4.1.1. Análisis de la flota**

La mayoría de las embarcaciones de la caleta están construidas de madera, sólo una minoría son de fibra de vidrio.

Se pueden distinguir tres tipos de embarcaciones:

- Las pangas de madera; son las más numerosas, se tratan de embarcaciones de 5m de eslora y 1,2m de manga, su precio aproximado es de \$900(sólo casco). Se propulsan con motores fueraborda Yamaha de 40hp el precio de estos motores es de \$3400.



**Ilustración 58. Panga de madera**

- Las fibras; son embarcaciones de fibra de vidrio, de 5,5m de eslora y 1,2m de manga, su precio se encuentra entorno a los \$3200. Utilizan motores fueraborda de 40 hp.



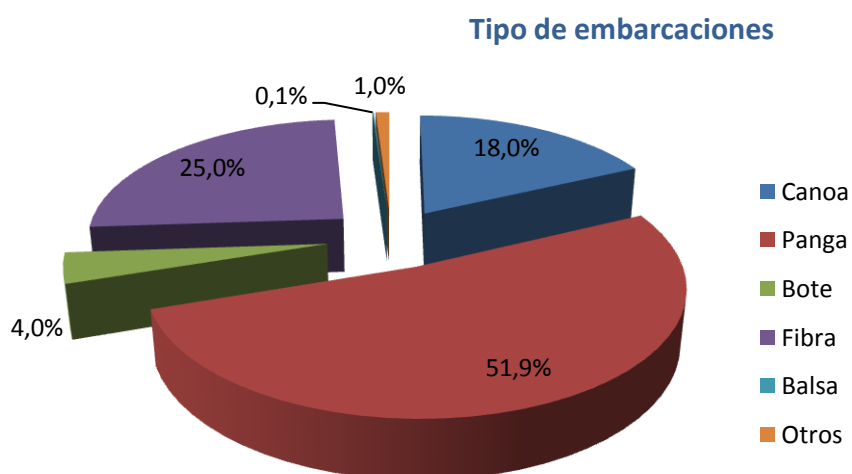
**Ilustración 59. Fibras de la caleta de Playas**

- Las balsas; son las embarcaciones tradicionales de Playas, están formadas por 3 troncos de madera de balsa de 6 m de longitud. Utilizan como medio de propulsión la vela.



**Ilustración 60. Balsas**

El color de la pintura de las embarcaciones depende de la cooperativa a la que pertenezcan, en la cooperativa “Las balsas” se le asocia el color naranja, azul a la cooperativa “Chopoya”, rojo a los de la “Hijos del mar” y verde a los de la “San Pedro”.



**Gráfica 18. Clasificación de la flota de Gral. José de Villamil**



#### 4.1.2. Artes de pesca

Las artes de pesca más utilizadas son el trasmallo corvinero, el trasmallo para camarón y en menor medida la línea de mano.

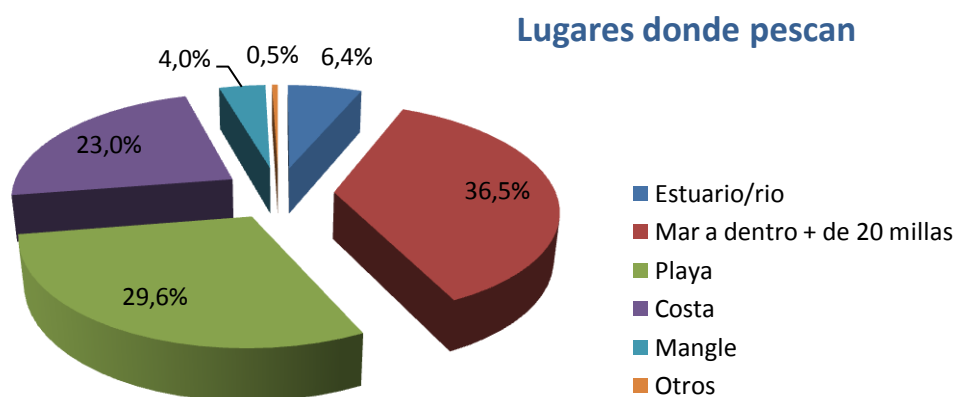
Las artes camaroneras, están construidas con mallas de 2 pulgadas e hilo nº6. Se distinguen dos artes camaroneras distintas, por un lado el trasmallo pasado con cerco que cruza la malla de arriba abajo y el trasmallo rastrero.



Ilustración 61. Red de trasmallo

#### 4.1.3. Caladeros y capturas

Las especies que con mayor frecuencia se capturan en ésta caleta son, el camarón y pesca blanca y en menor medida, corvina, cangrejo y langosta.



Gráfica 19. Situación de los caladeros de los pescadores de Playas

#### 4.1.4. Actividad pesquera

En el caso de las balsas, la pesca la realizan entre dos personas, la salida dura horas y la distancia máxima desde la costa es de 7 millas.

En las pangas de madera y las fibras, normalmente salen dos pescadores, como máximo tres, las salidas son diarias y los caladeros se sitúan a 30 millas de la costa.

Playas no dispone de ningún muelle pesquero, las embarcaciones descargan directamente en la playa.



**Ilustración 62. Desembarques y comercialización de la pesca**

Las pangas se varan en la playa con la ayuda de 4 a 7 personas, que reciben el nombre de “forzudos”. El precio de este servicio es de \$3 bajada y subida por embarcación.



**Ilustración 63. "Forzudos" varando una embarcación en la playa**

Los motores y las artes se transportan en coches hasta la casa de los pescadores, esto tiene un coste de \$3-4.



**Ilustración 64. "Forzudos" trabajando en la playa**

La comercialización del pescado se realiza en la playa, cuando llegan las embarcaciones a la orilla, el pescado se coloca en gavetas con hielo y un grupo de personas que reciben el nombre de gaveteros, transportan las gavetas desde las embarcaciones hasta los camiones, por \$0,5 por gaveta. La pesca normalmente se vende por gavetas.



**Ilustración 65. Comercialización de la pesca en la playa**



## 5. El Oro

La provincia de El Oro, está localizada al suroeste del país, es la provincia marítima más al sur del país. Su capital es Machala.

### 5.1. Puerto Bolívar

Puerto Bolívar es un puerto marítimo perteneciente al cantón de Machala en la provincia de El Oro, está ubicada aproximadamente en  $3^{\circ}16'S$  y  $79^{\circ}59'O$ . Su nombre es debido al libertador Simón Bolívar.

En su terminal de transporte de mercancías se embarca cerca del 80% de la producción bananera cuyo principal destino es Europa y América del Norte. Con lo que es el segundo puerto de Ecuador.

En esta zona se cuenta con una población de 15.000 habitantes.

La ciudad de Machala, donde se encuentra ubicado Puerto Bolívar, y que es la capital de la provincia de El Oro, cuenta con una población de 246.000 habitantes (2010)

Su economía se basa en la producción agrícola, principalmente bananas, café y cacao.

Las infraestructuras existentes para la pesca artesanal son cuatro fábricas de hielo, tres gasolineras, aunque no existe ninguna gasolinera para la pesca artesanal, como en otros puertos, que sirva combustible ya mezclado para los motores de dos tiempos



**Ilustración 66** Facilidades pesqueras. Hielo y gasolinera

También existen facilidades para la reparación y mantenimiento de embarcaciones y motores.



**Ilustración 67 Facilidades pesqueras. Reparación embarcaciones y motores.**

En este puerto artesanal, existen unos 50 atracaderos, donde las embarcaciones cargan el hielo y desembarcan las capturas.



**Ilustración 68 Facilidades pesqueras.  
Atracaderos.**

El estero Huaylá, donde están los atracaderos de las embarcaciones recibe descargas de aguas servidas de Machala y Puerto Bolívar, piscinas camaroneras, laboratorios de larvas de camarón e hidrocarburos de petróleo y aceite, por lo que el agua está contaminada.

En El Oro, las organizaciones pesqueras se agrupan en La Unión de Organizaciones de Producción Pesquera Artesanal de El Oro (UOPPAO), que cuenta con unas 50 organizaciones pesqueras, e involucra a una zona que cuenta con 7.000 pescadores aproximadamente. En Puerto Bolívar se cuenta con unos 2780 pescadores de los cuales pertenecen a organizaciones pesqueras 1800 aproximadamente.

En Puerto Bolívar existen activas 24 organizaciones, 10 de las cuales son cooperativas pesqueras.

### 5.1.1. Análisis de la flota

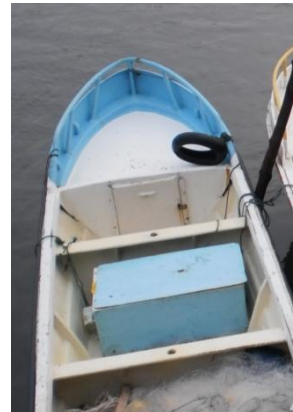
Dependiendo del tipo de pesca, las embarcaciones varían, existen embarcaciones con cubierta, generalmente de madera, y embarcaciones sin cubierta tanto de madera como de fibra.



**Ilustración 69 Diferentes tipos de embarcaciones.**

En el puerto hay aproximadamente 1500 embarcaciones entre costaneros y altura.

Aquí las embarcaciones no tienen una bodega integrada, si no que se utilizan cajones aislados térmicamente para la estiba de las capturas.







**Ilustración 70** Cajones utilizados para la conservación de la pesca.

Para la pesca de altura se utilizan embarcaciones de madera de 30-33 pies de eslora, 9-12 pies manga y 1,7-1,8 puntal que si tienen la bodega integrada.

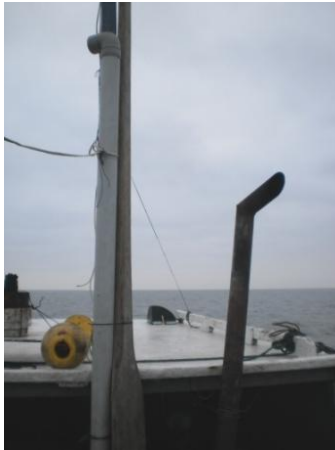
Los motores utilizados en son los habituales fueraborda, utilizándose para las embarcaciones que cuentan con cubierta motores marinos estacionarios (intraborda), pero existe una particularidad en los motores estacionarios instalados, en un gran número de casos se instalan motores terrestres de camiones de entre 180 y 220CV, según las comunicaciones personales, en ocasiones traídos desde Tenerife. La diferencia es que el coste de un motor estacionario marino puede llegar a 40.000 dólares, mientras que el motor de camión ya instalado tiene un coste de unos 7500 dólares.





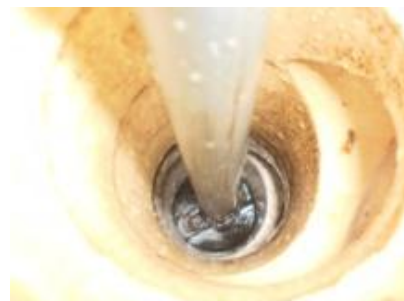
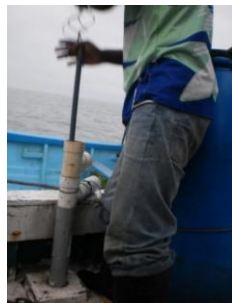
**Ilustración 71 Instalación de motores de camión**

La admisión al motor y su escape seco es rudimentario, sin existir guardacalor ni ningún tipo de protección, estando la admisión construida en tubos de PVC.



**Ilustración 72 Sistemas de admisión y escape.**

En estas embarcaciones existen bombas de achique manuales construidas con materiales simples.





La estabilidad se ve mermada por la disposición de depósitos sobre la cubierta.

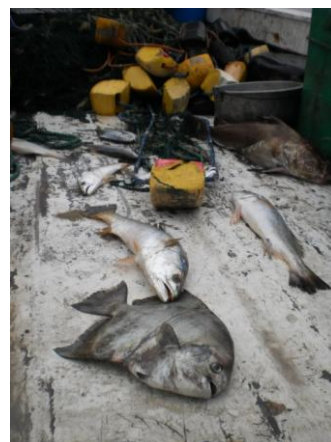


**Ilustración 73 Depósitos situados en cubierta.**

### 5.1.2. Artes de pesca

Para todos los tipos de pesca el arte más utilizado es la red de enmalle, aunque también se utiliza espinel (palangre) de fondo.

Algunos pescadores expresaron su preferencia hacia el espinel, por no dejar marcas en el producto y así ser mejor para la exportación del mismo. Pero, según estas comunicaciones, no existe facilidad de acceso a empresas de carnada ni anzueleros.



**Ilustración 74 Capturas marcadas por el "trasmallo."**

Se utiliza principalmente el arte de pesca denominado trasmallo corvinero, que tiene entre 1.200 y 2.000 metros de longitud y 1,5 de alto, con un ojo de malla que fluctúa entre las 3 y las 8 pulgadas.



**Ilustración 75 Artes de pesca.**



Existen capturas incidentales como tortugas.



**Ilustración 76 Capturas incidentales.**

### **5.1.3. Caladeros y capturas**

La pesca más desembarcada en Puerto Bolívar es de peces demersales, siendo el puerto artesanal con más desembarco de estas especies, pescando próximos a la costa, en general dentro de las 8 millas reservadas a la pesca artesanal.

Las especies demersales desembarcadas aquí constan principalmente de: cachemba, lisa, carita, bagre, Leonor, sano, róbalo, pámpano, berruguete. También se capturan camarones.



**Ilustración 78 Diferentes capturas demersales.**

En la pesca de altura se captura atún, picudo, tiburón, dorado, wahoo, etc. En temporada se pesca corvina amarilla.



**Ilustración 77 Diferentes capturas de altura**





#### 5.1.4. Actividad pesquera

La pesca artesanal se divide aquí, como hemos visto, en pesca de altura y pesca de peces demersales principalmente.

El puerto consta de diversos atracaderos, en su mayoría cada uno de un dueño que luego comercializa la pesca y que cuenta con una flota habitual de embarcaciones.

No existiendo ningún tipo de centralización de la venta de las capturas, dependiendo los pescadores y sus ganancias siempre del mismo “muelle” y de su dueño.



Ilustración 79 Muelles.

Las embarcaciones que salen a la pesca de altura hacen mareas de 4-5 días, con 4 tripulantes.

Las embarcaciones cuyo objetivo son los peces demersales hacen viajes que duran generalmente 2 días, con de 2 a 3 tripulantes.



**Ilustración 80 Embarcaciones para la captura de demersales.**

Normalmente se utiliza hielo en escamas, que aunque se funde antes, conserva mejor las capturas.

La ocupación en la pesca es en su mayoría masculina pero en ocasiones la pesca dirigida a peces demersales la realizan parejas.

En esta zona de pesca han existido múltiples conflictos entre la pesca industrial y la pesca artesanal. José Silvino, presidente de la Cooperativa de Pesca Artesanal Simón Bolívar, explica que los bolicheros invaden las ocho millas donde solo se permite la pesca artesanal y “arrasan con el recurso”.

En ocasiones pescadores peruanos van a esta zona a pescar, lo cual también genera conflictos ya que según la Ley de Pesca, esta está reservada a pescadores ecuatorianos.

## 6. Bibliografía

---

- “Diagnóstico de la pesca blanca y camarón, en la provincia de Esmeraldas”. Elaborado por Ing. Pesq. Daniel Bone.
- “Informe final de la segunda fase del proyecto puerto pesquero Anconcito”. Elaborado por Ing. Wilmo Jara C.
- “Estudio del centro de acopio de Playas”. Elaborado por Gina Álvarez.
- “Estudio de Impacto Ambiental para la construcción, operación y mantenimiento del puerto pesquero artesanal de Santa Rosa”.
- “Sistema de indicadores socioeconómicos del sector pesquero artesanal de la costa continental ecuatoriana. Esmeraldas”
- “Sistema de indicadores socioeconómicos del sector pesquero artesanal de la costa continental ecuatoriana. Guayas”
- “Sistema de indicadores socioeconómicos del sector pesquero artesanal de la costa continental ecuatoriana. Península de Santa Elena ”
- “Sistema de indicadores socioeconómicos del sector pesquero artesanal de la costa continental ecuatoriana. Manabí”
- “Sistema de indicadores socioeconómicos del sector pesquero artesanal de la costa continental ecuatoriana. El Oro”
- <http://www.pescablanca.com/noti-pesca-blanca.php?id=100&gid=2>
- <http://uoppaopuertodebolivar.blogspot.com.es/2012/04/parametros-de-la-union-de.html>
- Programa de Manejo de Recursos Costeros. (1993). Plan de Manejo de la Zona Especial de Manejo (ZEM) Machala - Puerto Bolívar - Isla Jambelí. Guayaquil, Ecuador: Programa de Manejo de Recursos Costeros.



## V. PROBLEMÁTICA DEL SECTOR PESQUERO ARTESANAL

### 1. Introducción. Identificación de las necesidades prioritarias

El sector de la pesca artesanal ecuatoriano se caracteriza por una problemática compleja de marginalización y pobreza de las comunidades pesqueras artesanales. En la mayoría de los casos, los pescadores artesanales derivan su sustento casi exclusivamente de esta actividad.

La problemática existente en la pesca artesanal abarca gran parte de la cadena productiva, comenzando por la propia captura, las embarcaciones, su seguridad, conservación de la pesca y la comodidad de estas, hasta la infraestructura de almacenamiento y facilidades pesqueras y la cadena de distribución. También la comercialización, la organización y gestión de los productores es susceptible de mejora.

#### 1.1. Problemática general

En general podemos citar las siguientes problemáticas:

- La falta de infraestructuras para el desembarco y abrigo de las embarcaciones hace difícil una buena dinamización del sector. En la actualidad existe en ejecución, un gran proyecto de construcción de muelles pesqueros, que trata de solventar ésta problemática.
- De esta manera los varaderos de reparación y mantenimiento de las embarcaciones son, en muchas ocasiones, inexistentes, varando las embarcaciones en la playa, o están mal acondicionados, no cuidando tampoco el medio.
- La formación en las factorías navales es mejorable, no existe gran formación técnica, en su mayoría suele ser construcción artesanal, obteniendo los planos una vez construida la embarcación.
- Existen conflictos entre la pesca artesanal y la industrial por el dominio de las zonas de pesca.
- La investigación y divulgación de los stocks de especies existentes, está en evolución, pero aún es superable.

- Aún se deben revalorizar más los productos pesqueros, en su entrada en la cadena comercial, mejorando su calidad, en concreto, en la pesca industrial los peces pelágicos pequeños son utilizados mayormente para harina.
- Socialmente, el consumo de alcohol por parte de los pescadores, supone un problema en la administración de los ingresos familiares y en la financiación de las salidas de pesca.
- No existe una planificación de las temporadas de pesca, lo que provoca en muchas ocasiones excesos en las capturas. Ésta oferta sobrepasa la demanda, incitando la caída de los precios por la saturación del mercado.
- La ausencia de leyes que regulen los volúmenes de captura y las tallas ha permitido un descontrol sobre el esfuerzo pesquero.

### 1.2. Problemática de las embarcaciones

---

La problemática particular encontrada en las embarcaciones la podemos dividir en los siguientes puntos:

- La disminución de la calidad de la pesca, hasta llegar a su desembarque es alta en muchas ocasiones. El sistema de conservación de la pesca en la embarcación, es a base de hielo, llegando en muchas ocasiones las capturas ya sin hielo y sin proteger del sol ni otros agentes degradantes. Los lugares de conservación son las “bodegas”, en el fondo de la embarcación, a la intemperie o en “cajones” extraíbles puestos adrede para tal efecto, la mayoría de las veces sin aislamiento térmico.
- Existen excesos en los descartes y mal aprovechamiento de la fauna de acompañamiento.
- En muchas ocasiones la seguridad en la embarcación es escasa, careciendo, de chalecos salvavidas, extintores y demás elementos de seguridad.
- La estabilidad de las embarcaciones es dudosa, a esto hay que añadirle que es frecuente la colocación de tanques sobre cubierta, empeorando más aun la estabilidad.
- Los sistemas de comunicación son muy deficientes, normalmente se realizan con teléfonos móviles entre embarcaciones, en muchas ocasiones no es posible la comunicación con tierra firme
- El combustible se transporta en bidones de plástico, llamados “pomas”, el suministro del combustible al motor se realiza de forma manual cambiando el tubo de admisión

de un bidón a otro, con el consiguiente peligro de incendios y contaminación, tanto en uso, como en su transporte hasta la embarcación.

- Las comodidades para los pescadores son escasas, carecen de acomodación, durmiendo al raso sobre cartones. No tienen disponibilidad de aseos, no se pueden proteger de la intemperie, estando en todo momento, con sol o lluvia al descubierto; la cocina es precaria, siendo una simple barbacoa o incluso una bombona de gas con su hornillo.
- Una de las problemáticas más importantes es el robo en navegación por parte de piratas, robando principalmente los motores fueraborda, pero también el GPS, la radio, la pesca y todo lo que se considere de cierto valor.
- En general se ha observado un conocimiento escaso en el uso de los sistemas de navegación, el GPS, que es el equipamiento que llevan en este tipo de embarcaciones de pesca artesanal.
- La embarcación más usada, es de tipo planeadora, ésta embarcación tiene problemas estructurales, al cabo de un tiempo se “desfondan” y hay que levantar todo el fondo, reparando los refuerzos y partes dañadas y volver a cerrar, esto es provocado principalmente por los esfuerzos a los que está sometida la estructura debido al slamimg (pantocazos).
- La poca diversidad en marca y modelo de los motores hace que no se innove en absoluto en este campo. Asimismo el consumo de los motores de dos tiempos y el coste de su mantenimiento puede ser mejorado.
- El coste del combustible representa entre el 60% y 80% de los costes de operación en cada faena, en el caso de las embarcaciones de fibra.
- Ausencia de mecanización en los procesos de pesca.

### 1.3. Problemática en los sistemas de almacenamiento, comercialización y suministros

---

Podemos destacar en este punto las siguientes problemáticas:

- El eviscerado se realiza frecuentemente en mesas o con plásticos sobre la propia playa, en la propia arena y en pocas ocasiones en la embarcación, solo observado en el caso de Esmeraldas, donde los procesos de eviscerado se realizan en alta mar, tirando vísceras cabeza y cola al agua. Esto ocasiona contaminación del pescado por agentes

externos, con la consiguiente pérdida de calidad, contaminando además la playa y el mar.

- Dificultades en la comercialización y problemas de falta de transparencia de los mercados. La primera venta, se realiza sin transparencia, la mayoría de las veces en la propia embarcación, en “subasta” con los compradores que consiguen llegar y sin examinar correctamente la calidad de la pesca. En muchas ocasiones la venta está ya condicionada por el comerciante que ha financiado la faena de pesca.
- Las infraestructuras y equipamientos para la conservación y almacenamiento de las capturas son escasas o de mala calidad, almacenándose en cajones con agua y hielo, en pocas ocasiones se han visto cámaras refrigeradas. Algunas comunidades ni siquiera tienen lugares específicos de acopio.
- El transporte desde el lugar de la primera venta hasta su destino, no conserva en general la pesca de manera adecuada, apilándola directamente, con escaso hielo y pocas veces se utilizan camiones refrigerados.
- En general el aprovisionamiento de combustible es difícil y costoso, teniendo que transportar las “pomas”, desde las gasolineras de pesca artesanal, a veces tierra adentro, hasta las embarcaciones. De igual manera sucede con el hielo.
- La afiliación de los pescadores a organizaciones de productores, aunque en aumento, sigue siendo escasa.
- La participación de los pescadores en la gestión, que se está pensando en incluir en los nuevos terminales pesqueros, es prácticamente inexistente en la actualidad.
- Existe una falta de promoción del empleo femenino, habiendo un porcentaje muy amplio de hombres trabajando en el sector pesquero, sin existir, prácticamente en toda la cadena, mujeres trabajando.

## 2. Identificación de las áreas de actuación, por parte del “Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”

Dada la problemática de las comunidades dedicadas a la pesca artesanal del Ecuador y con proyectos que solventan gran parte de la falta de infraestructuras, es necesario, para continuar con el desarrollo, la modernización de la flota, sus artes y manejo. Teniendo esto en cuenta en el *“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”* se puede intervenir en la modernización de la flota pesquera.

Para ello se desarrollará el proyecto de una embarcación de pesca artesanal. Las soluciones técnicas del proyecto, se adecuarán al estudio socioeconómico de la Comunidad y a la problemática concreta de los pescadores, destacando la facilidad de construcción, gasto mínimo de material y adaptadas a motores de baja potencia.

Medioambientalmente se pretende afianzar la sostenibilidad de las pesquerías, a través de la mayor eficiencia de las artes y su selectividad, así como un buen manejo en las embarcaciones. La mayor eficiencia lleva a un aumento de los desembarcos con la misma extracción, consiguiendo más productos para comercializar y aumentando el trabajo en tierra, ya que se estima una relación de 5 trabajadores en tierra por cada pescador.

Finalmente todo el estudio quedará a disposición de las instituciones pertinentes para su utilización en los proyectos que estimen oportunos.





# “Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”

---

## Cuaderno Nº 2

## Dimensionamiento

### ***Alumnos:***

*Daniel Leante Darricau*  
*Laura Alba García Marugán*

### ***Tutores:***

*José Fernando Núñez Básañez*  
*David Gutiérrez Díaz*

### ***Cotutores en la universidad de acogida (ESPOL):***

*Cristóbal Mariscal*  
*Bolivar Vaca*

## INDICE

1. Introducción	4
2. Diseño conceptual	4
3. Especificaciones de la embarcación conforme a los requisitos iniciales	5
3.1. Especie a capturar	5
3.2. Faena de pesca	5
3.3. Zona de pesca	6
3.4. Capturas medias esperadas	6
3.5. Conservación de la pesca	7
3.6. Duración prevista de las mareas, autonomía	8
3.7. Velocidad	9
3.8. Material de Construcción	9
3.9. Equipo propulsor y equipamiento	9
3.10. Tripulación y habilitación	11
4. Conclusiones de las especificaciones	11
5. Dimensionamiento por métodos estadísticos	12
5.1. Fuentes de información	12
5.2. Base de datos	14
5.3. Calculo de las dimensiones principales	15
5.4. Desplazamiento	18
5.5. Potencia	19
5.6. Cuadro resumen	20

<b>6. Dimensionamiento por el método directo</b>	<b>20</b>
6.1. Cálculo del desplazamiento	20
6.2. Cálculo de las dimensiones principales	21
6.2.1. Eslora	21
6.2.2. Eslora entre perpendiculares y eslora de flotación	22
6.2.3. Manga (B)	24
6.2.4. Calado de diseño	24
6.2.5. Puntal a cubierta principal	25
6.2.6. Francobordo	25
6.3. Cálculo de coeficientes de formas	25
6.3.1. Coeficiente de bloque	25
6.3.2. Coeficiente de flotación	26
6.3.3. Coeficiente prismático	26
6.3.4. Coeficiente de la maestra	27
6.4. Desglose de pesos	27
6.4.1. Peso en rosca	27
6.4.2. Peso muerto	28
6.5. Potencia	28
6.6. Comprobación de la estabilidad	28
6.7. Cuadro resumen	29
<b>7. Selección de dimensiones</b>	<b>30</b>
<b>8. Criterios para evaluar la viabilidad del proyecto</b>	<b>34</b>
<b>9. Conclusiones del dimensionamiento</b>	<b>36</b>
<b>10. Modificaciones debidas a cálculos posteriores</b>	<b>36</b>
<b>11. Bibliografía</b>	<b>37</b>

## TABLAS

Tabla 1. Base de datos	14
Tabla 2. Dimensiones principales	20
Tabla 3. Capacidad de bodega	20
Tabla 4. Determinación del coeficiente “c”	22
Tabla 5. Determinación del coeficiente “c” 2.	23
Tabla 6. Resumen dimensiones por el método directo	29
Tabla 7. Resumen dimensiones método estadístico – método directo	30
Tabla 8. Costes de construcción y costes operativos.Fuente: [10]	35
Tabla 9. Dimensiones preliminares de la embarcación	36

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Conservación de la pesca. Fuente [4].	8
Ilustración 2. Consumo efectivo de combustible en función del motor	10

## GRÁFICAS

Gráfica 1. Regresión Loa (m) – Vbod (m <sup>3</sup> )	16
Gráfica 2. Regresión B(m) – Vbod (m <sup>3</sup> )	16
Gráfica 3.Regresión H(m) – Vbod (m <sup>3</sup> )	17
Gráfica 4.Regresión Lpp(m) – Loa (m)	17
Gráfica 5. Regresión Despl.(ton) – V bod (m <sup>3</sup> )	18
Gráfica 6. Regresión Potencia (bhp) – V (knotd)	19
Gráfica 7. Regresión Fn – Loa (m)	19
Gráfica 8. Relación L/B – L (m)	31
Gráfica 9. Relación L/B – año de construcción	32

## 1. Introducción

---

El objetivo de la primera parte de este documento es determinar las especificaciones técnicas de la embarcación a proyectar, a partir de los datos recopilados y expuestos anteriormente.

Los requisitos de entrada para proyectar la embarcación se recogen del trabajo de campo realizado. Las características base de la embarcación parten de las entrevistas y encuestas realizadas en las cooperativas de pescadores, en las caletas pesqueras y en las instituciones, así como de la observación directa y de la experiencia del tutor y conocimiento de los autores. Por supuesto todo ello estudiando y respetando la legislación local e internacional y observando las recomendaciones de los organismos internacionales.

Las especificaciones de entrada son así, de “carácter débil”, no totalmente rigurosas, dado que parten de la experiencia y opinión de los pescadores y deben ser, en algunos casos, “traducidas” al lenguaje técnico y en otras estudiadas para ver su viabilidad, es decir, se han de adaptar para la optimización de la embarcación.

En la segunda parte de este documento se determinarán las dimensiones principales de la embarcación, así como de los coeficientes de forma.

Para obtener las diferentes alternativas utilizaremos dos métodos diferentes. El primero se basa en estimar las dimensiones a partir de regresiones lineales utilizando los datos recopilados en la base de datos creada. El segundo procedimiento consiste en la aplicación del dimensionamiento por el método directo, recogido en el artículo técnico *“Estimation of general characteristics of fishing vessels”* de A.D.Papanilolaou.

## 2. Diseño conceptual

---

Tras el estudio de campo, la embarcación más demandada, y en concreto por un actor importante y representante de los pescadores como la FENACOPEC, es una embarcación para poder llegar a caladeros más lejanos de los habituales para la pesca artesanal y como es natural, con mayor capacidad de pesca. Esta demanda se concreta en las cooperativas de pesca de Santa Rosa y Anconcito así como en Esmeraldas y Manta, asimismo, dadas las características particulares de las embarcaciones de pesca de Machalilla que pescan próximas a la costa, estas pueden ser muy útiles y por supuesto para un gran número de las caletas ***“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”***

*Proyecto 082/ Cuaderno 2*

pesqueras que se extienden a lo largo de la costa ecuatoriana. Dada su gran variabilidad y métodos de pesca diferenciados hace que la versatilidad sea una necesidad.

Así mismo en algunas zonas las necesidades no indican que lo ideal sea el diseño de embarcaciones adaptadas sino, estudios de algunos recursos no explotados, la influencia de la captura de determinados peces en la dinámica de poblaciones de especies por encima en la cadena trófica, la construcción de centros de acopio en lugares donde no existen o el estudio de las posibilidades turísticas de la pesca artesanal o pesca vivencial.

Dado lo anterior recopilamos aquí las principales características solicitadas en las diferentes entrevistas realizadas durante el trabajo de campo, reformulándolas para hacer posibles unas especificaciones concretas con las que comenzar el dimensionamiento.

### 3. Especificaciones de la embarcación conforme a los requisitos iniciales

---

#### 3.1. Especie a capturar

---

Las especies a capturar están divididas en dos temporadas, estas temporadas de pesca dependen de la caleta pesquera, pero básicamente se separan en la temporada del Dorado, aproximadamente de noviembre a abril, y la de otras especies como los atunes, picudos, miramenlindos, etc.

#### 3.2. Faena de pesca

---

Las artes de pesca utilizadas por la pesca artesanal de altura son principalmente dos, el espinel (palangre de superficie) y el trasmallo (enmalle de superficie), en nuestro caso el estudio inicial se hará para el espinel.

Así los espineles utilizados en cada temporada son el llamado “fino” o “doradero”, para la temporada del dorado, con anzuelos más finos, y el “grueso” para pescar principalmente atunes. Los palangres tienen entre 200 y 500 anzuelos, y para la pesca del miramelindo se le añaden unos pesos para conseguir mayor profundidad del arte.

Aparte de esto, el palangre o espinel proporciona una mayor calidad del pescado y favorece a la conservación del medio marino, ya que permite una mayor selectividad de las especies y

***“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”***

*Proyecto 082/ Cuaderno 2*



tamaños, requiere un menor consumo energético por captura y no tiene efectos destructivos sobre el fondo marino.

### 3.3. Zona de pesca

---

Los caladeros en los cueles se pescará con estas nuevas embarcaciones, son nuevos para la pesca artesanal de Ecuador. Estos pescadores cada vez pretenden ir a caladeros más lejanos, queriendo ir hasta unas distancias mayores a las de las aguas internacionales, a unas 250 millas.

### 3.4. Capturas medias esperadas

---

Después de las comunicaciones con pescadores y dirigentes pesqueros, se llegó a la conclusión de que la capacidad de capturas de la embarcación debe estar entre 4 toneladas totales y 2,5 toneladas de pescado, esto último, si consideramos una proporción 1:1 en peso entre el hielo y la pesca [2], nos da un peso total de 5 toneladas.

El volumen total para las capturas, bodega más vivero, debe ser de entre  $8m^3$  y  $13,8m^3$ , según consideremos la densidad del conjunto pesca-hielo, así, considerando una densidad de  $0,32 t/m^3$  [1] para la pesca y  $0,42 t/m^3$  para el hielo [2], y el máximo de peso, 5 toneladas totales, tenemos:

$$V_p = \frac{P_p}{\rho_p} = \frac{2,5}{0,32} = 7,81 m^3$$

$$V_h = \frac{P_h}{\rho_h} = \frac{2,5}{0,42} = 5,95 m^3$$

Siendo el total, como decíamos,  $13,8m^3$ .

Pero considerando una densidad de  $0,5 t/m^3$  del conjunto y un peso total de 4 toneladas, tenemos un volumen mínimo de  $8m^3$ .

La capacidad para la carnada depende de si se dimensiona como vivero o con carnada muerta, el cebo vivo se utiliza para la pesca en determinadas caletas de Ecuador pescándolo previamente con línea de mano u otros artes, consideramos primero el caso de la carnada muerta.

De esta manera el volumen destinado a la carnada a la salida de puerto se estima a partir de un rendimiento estimado de los palangres que está entre 2 y 4 piezas cada 100 anzuelos [8], un peso medio estimado de las piezas de 60 kg y el número de anzuelos, que está entre 200 y 500.

Así en cada lance se estima que se capturan:

$$P_{min} = 200 \cdot \frac{2}{100} \cdot 60 = 240 \text{ kg}$$

$$P_{max} = 500 \cdot \frac{4}{100} \cdot 60 = 1200 \text{ kg}$$

Suponiendo que de los 8 días de marea se pescan 6 para capturar las 4 t, vemos que el número de lances por marea es de entre 16,7 y 3,3. Siendo el peso medio de las piezas para carnada de 100 g, tenemos que el peso de carnada necesario, será, en su extremo superior y con un coeficiente de seguridad de 1,5, de: [7]

$$P = \text{lances} \cdot n^{\circ} \text{ anzuelos} \cdot \text{rendimiento} \cdot \frac{\text{peso}}{\text{pieza}} \cdot 1,5 = 16,7 \cdot 500 \cdot \frac{4}{100} \cdot 0,1 \cdot 1,5$$
$$= 50,1 \text{ kg}$$

Lo que no supone ningún límite en el dimensionamiento de la embarcación.

Utilizándose para su transporte el volumen de la bodega.

En el caso de la carnada viva, considerando una densidad de 25 piezas por 100 litros y viendo, de lo anterior, que el número de piezas necesarias, con el coeficiente de seguridad, es de 501, el volumen necesario es de  $2 \text{ m}^3$ .

Volumen que será utilizado al regreso al puerto como bodega para las capturas.

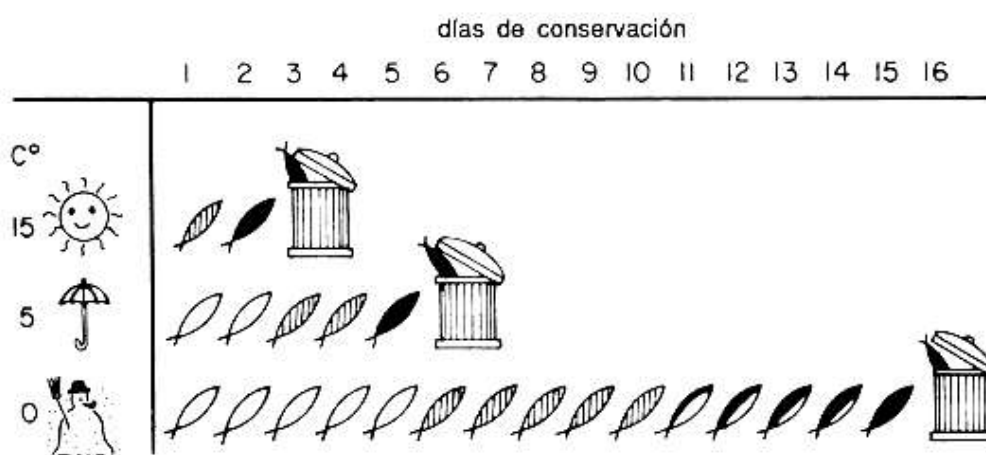
### 3.5. Conservación de la pesca

---

La conservación de las capturas se realizará mediante hielo. Uno de los problemas ya señalados, es la exposición de las capturas a la intemperie, especialmente por recibir los rayos solares y degradarse, también el aislamiento de la bodega es importante para mantener una temperatura lo más uniforme posible y lo suficientemente baja.

Los días de conservación de las capturas en hielo es otro factor limitante e importante para una buena calidad del pescado, consiguiendo de esta manera un alto precio de venta.

Como primera aproximación los días posibles de permanencia del pescado en bodega, con y sin hielo, se representan en la siguiente figura.



**Ilustración 1. Conservación de la pesca. Fuente [4].**

En la referencia [2] el tiempo de conservación en hielo de especies marinas en aguas tropicales varía desde 6 hasta 35 días, no contando en este cuadro 1.4 con grandes pelágicos. En la referencia [4] se considera una duración en hielo de 21 a 30 días de 6 de las especies mejicanas.

Los peces tropicales pueden conservarse durante periodos más largos de tiempo en hielo que los de climas templados. [2]

### 3.6. Duración prevista de las mareas, autonomía

La duración, sugerida en las entrevistas, de las mareas es de 8 días, cifra que se tratará de mejorar, ya que cuanto más se alargue más rentable será, debido a que para el mismo combustible consumido se habrán conseguido más capturas. El límite serán los días de conservación de las capturas en hielo.

### 3.7. Velocidad

---

La velocidad solicitada inicialmente es de 15 nudos, lo que fue desestimado en el primer momento, ya que era un gasto excesivo de combustible y muchos pescadores y dirigentes pesqueros están ya concienciados en reducir la velocidad de sus embarcaciones. Aunque con las “fibras” la costumbre son altas velocidades en régimen de planeo.

Como dimensionamiento preliminar se cogerán 10 nudos, velocidad estimada conveniente al hilo de las entrevistas y de buena aceptación.

### 3.8. Material de Construcción

---

El material de construcción del casco es de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV); ya que es el mejor material para este tipo de embarcaciones, utilizado ampliamente en todo el mundo y un material del cual en la zona se dispone de experiencia, las embarcaciones de pesca artesanal de altura actuales se hacen en este material.

### 3.9. Equipo propulsor y equipamiento

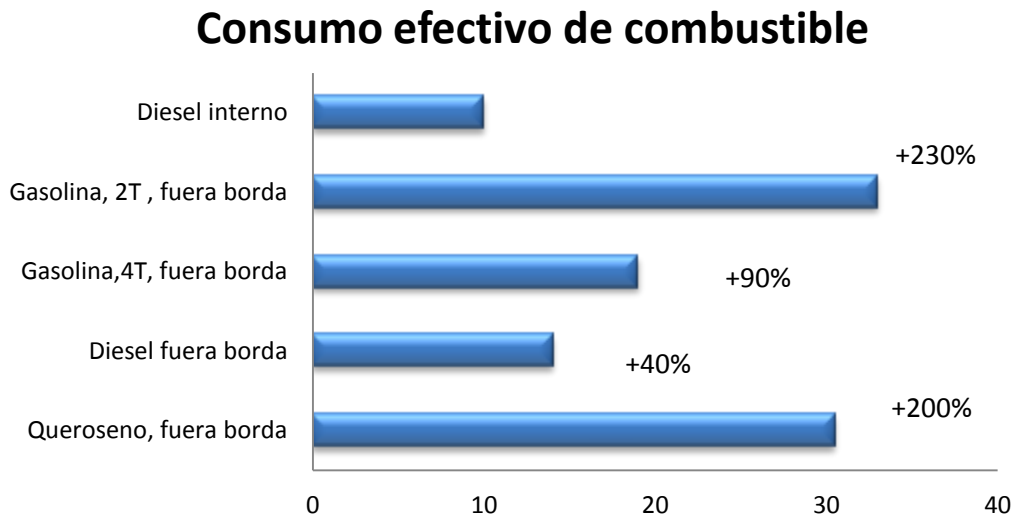
---

El motor es estacionario (intraborda) diesel, ya que el consumo y costo del mantenimiento es menor que los actuales fueraborda y se evita el peligro de robo de motores, gran problemática de la pesca artesanal actual en Ecuador

Para determinar el tipo de motor seleccionado hemos tenido en cuenta los siguientes factores:

- **Consumo de combustible:** Un motor de gasolina consume alrededor de 2,4 veces más combustible por caballo de vapor por hora que un motor diesel [6]. A demás la hélice de un motor fuera borda es más pequeña y menos eficiente, que la de un motor interno equivalente, es decir, necesita mayor potencia para alcanzar la misma velocidad de servicio.

Consumo efectivo<sup>1</sup> de combustible de otros motores en comparación con un motor diésel interno:



<sup>1</sup> El consumo efectivo de combustible comprende un margen para tener en cuenta las diferencias de eficiencia de las hélices de diversas instalaciones. Los datos de esta columna indican la cantidad real de combustible consumido por unidad de potencia con igual rendimiento. [6]

#### Ilustración 2. Consumo efectivo de combustible en función del motor

- **Inversión inicial:** el coste de adquisición e instalación de un motor interno es sensiblemente superior al de un motor fuera borda. A pesar de esto, se está empezando a comercializar motores náutico chinos, especiales para la pesca de pequeña escala, que cuestan entre un 30-50% menos que sus homólogos de los mercados europeo y japonés.[6]
- **Mantenimiento:** pese al inconveniente de la inversión inicial, a largo plazo es más conveniente el uso de un motor diesel interno, no sólo por el ahorro del combustible, sino que también tienen una vida útil más larga. Para determinar el motor en concreto, tendremos en cuenta la facilidad de encontrar localmente, los repuestos y conocimientos técnicos para su mantenimiento.

### 3.10. Tripulación y habilitación

---

El número de tripulantes será no superior a 5, considerando el tamaño de la embarcación se estima que disponer de servicios para 4 tripulantes es suficiente. También se deberá disponer de cocina y baño.

## 4. Conclusiones de las especificaciones

---

Finalmente y para concretar consideramos que la embarcación inicialmente tiene que estar enfocada a la pesca del dorado en su temporada y de atún fuera de ella, ambas capturadas por medio del palangre de superficie.

Observando la base de datos que posteriormente se presenta, se considera que para el tipo de embarcación que se quiere diseñar, en régimen de semidesplazamiento, la capacidad de  $13,8\text{m}^3$  de pesca y hielo es exagerada; de esta manera partiremos por la exigencia más baja tratando de maximizarla, llegando al mejor compromiso entre el volumen de bodegas y la capacidad de combustible. Estando, además, el límite de conservación de las capturas próximo. Por lo que este es el equilibrio en el que nos debemos mover para conseguir la mejor embarcación posible.

Así las especificaciones de entrada son:

- **Tipo:** Palangrero para captura de dorado y atún.
- **Capacidad:**
  - Volumen de la bodega  $6\text{m}^3$ .
  - Volumen de vivero  $2\text{m}^3$ .
- **Velocidad:** 10 nudos a plena carga y al 90% de la potencia MCR en pruebas.
- **Distancia a caladero:** 250 millas.
- **Equipo propulsor:** motor diesel
- **Material del casco:** PRFV.
- **Otros:** conservación en hielo, 4 literas, cocina y baño. Legislación pertinente.



## 5. Dimensionamiento por métodos estadísticos

---

El estudio estadístico de las embarcaciones semejantes ha sido costoso debido principalmente a la falta de bases de datos con embarcaciones como la que se trata de proyectar y a que las accesibles no son actuales; asimismo la poca permeabilidad de datos de los astilleros la ha dificultado. Finalmente se consiguió una base de datos suficiente para el primer dimensionamiento.

### 5.1. Fuentes de información

---

La búsqueda de información de embarcaciones similares se ha realizado en las siguientes fuentes con resultados desiguales:

Entre los intentos de conseguir información se han enviado emails a Astilleros, a cofradías de pescadores y a oficinas técnicas, únicamente las peticiones realizadas a través del Tutor han tenido respuesta positiva.

Las características principales de algunas embarcaciones también han sido facilitadas durante la estancia en Ecuador por el Tutor asignado.

Otras fuentes de información han sido:

- Dayton's guide to fishing vessels 1990/91: Donde constan los siguientes apartados, no siempre repletos: constructor, fecha de construcción, proyectista, función, material de construcción, eslora total, eslora de registro, manga, calado, desplazamiento, área de la cubierta de trabajo, motor principal y auxiliares, reductora, hélice, velocidad, equipamiento de cubierta y capacidades, comunicaciones, navegación, sistemas de pesca e información adicional. Es únicamente en este último apartado donde podemos encontrar información sobre la capacidad de la bodega de pescado y el vivero, si la embarcación cuenta con él.
- La información facilitada por una oficina técnica, bastante precisa y completa.

- Los datos encontrados en la web de algunos astilleros, donde la información nunca es completa, y las características presentadas en cada web es muy variable. En estas fuentes los datos son muy desiguales, no pudiendo establecer una relación clara.
- Censo de la flota pesquera operativa del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Esta base de datos consta de: código del buque, nombre del buque, matrícula, folio, lista, estado legal, fecha de certificado, fecha de entrada en servicio, puerto base, censo por modalidad, arqueo en GT y en TRB, eslora total y entre perpendiculares, potencia y material del casco.  
<http://www.marm.es/es/pesca/temas/la-pesca-en-espana/censo-de-la-flota-pesquera/censo.asp>
- Base de datos Europea, Fleet Register on the Net.  
<http://ec.europa.eu/fisheries/fleet/index.cfm?method=Search.menu>
- Base de datos de pescadegalia.com perteneciente a la Consellería do Mar de la Xunta de Galicia. Donde constan: lista, matrícula, folio, RBPCAG, CFPO, nombre del buque, eslora total y entre perpendiculares, arqueo en TRB y GT, potencia, puerto base, caladero, tipo de pesca, arte, año de construcción, fecha de entrada en servicio y material del casco. (<http://www.pescadegalia.com/default.htm>)
- Informes de accidentes de la Comisión Permanente de Investigación de Siniestros Marítimo del Ministerio de Fomento del Gobierno de España. Donde constan datos de algunas embarcaciones.  
([http://www.fomento.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/DIRECCIONES\\_GENERALES/MARINA\\_MERCANTE/INFORMES\\_ACCIDENTES/](http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/MARINA_MERCANTE/INFORMES_ACCIDENTES/))
- Base de datos de seaweb, que aunque está fuera de los rangos de la embarcación a proyectar se utiliza para comparativas de relaciones de dimensiones. [www.seaweb.com](http://www.seaweb.com)

- Bases de datos de embarcaciones artesanales e industriales de Ecuador cedidas por la SRP. Estas bases de datos no han sido utilizadas para realizar las regresiones, pero son tremendamente útiles para conocer las embarcaciones de Ecuador, las características usuales; como los motores utilizados y así los proveedores existentes, asegurándonos de que existe cadena de distribución y formación para su mantenimiento y reparación.

## 5.2. Base de datos

Nombre	Lpp	Loa	B	P	T	bhp	V (kn)	V. bod.(m <sup>3</sup> )	Despl. (t)
Arcor 960P		9,6	3,45		0,9	300	16,5	2,5	5
Beneteau Peche 9,5		8,3	3,35		1	140	10	4,5	8,4
Beneteau Peche 12		12,1	4,8		1,8	225	11	14	19,5
Drakkar		8	3		1,1	126	9	5	7,9
L'Aquatique		10,4	4		1,7	308	10	8	10
La Bassurelle		10,4	4		1,8	188	10	8	10
Saint Jules		11,95	4,16		1,42	302	15	7,5	12
Elton Clinker 35'		10,66	4,26		1,5	101	9	8	10
Halfish HF32		9,75	3,96		1,52	128	9	14	16
Hafbjörg		10	3,4		1,3	400	28	4	9,2
Reliance Supafish 1100		11	3,5		1,25	400	30	6	5,6
Rossana		10,8	4,3		1,4	120	9	6,67	8,5
Mon 30 Fisherman		9,1	2,85		1	140	18	2,5	3,9
Bliki		8,5	3,4		1,2	250	23	1,86	8,5
Blasco 50E		5,15	2,05	0,7		73	7		8,8
Blasco 70/B		9,7	3,8			189	12,4		10,1
Blasco 70	5,8	7	2,72	0,9		49	8,2	2,5	5,9
Blasco 80P		8	3,1	1,2		146	10,6		9,6
Blasco 80/A		8	2,9	1,1		146	10,6		9,6
Blasco 95 cabina proa	8,29	9,5	3,15	1,1		49	9,8	1,8	5,6
Blasca 95 cabina popa	8,1	9,5	3,15	1,2	1,1	184	9,7		10
Blasco 100/A	8,8	9,9	3,4	1,3		99	12,2	2,5	6,2
Blasco 100 bodega popa		10	3,5	1,4		197	13	7,5	10
Blasco 100 bodega medio		10	3,5	1,4		197	13,7	6	8,9
Blasco 140	11,9	14	4,5	1,9		250	10,5	17,5	19,3
Blasco 180	14,9	18	5,9	2,65		450	12,8	30	43
Blasco 200	16	20	5,8	2,6		400	14,6	19,5	32,2

Tabla 1. Base de datos

### 5.3. Cálculo de las dimensiones principales

---

De toda la documentación anterior se ha obtenido una base de datos, anexada al final del documento, que utilizaremos como primera aproximación para el dimensionamiento de la embarcación, para ello nos fijaremos en las características de mayor peso en este tipo de embarcaciones y las especificaciones que se han obtenido del trabajo de campo.

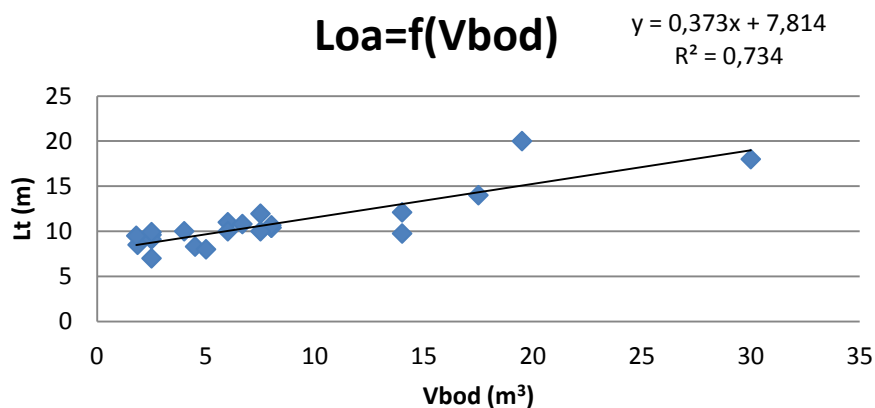
El valor más importante en una embarcación pesquera es la capacidad de pesca que puede transportar, así este es el dato que utilizaremos como partida para su dimensionamiento. Dadas las dificultades para conseguir datos fiables del resto de los volúmenes de las embarcaciones pesqueras hace que esta sea la mejor aproximación para el cálculo de las dimensiones principales de la embarcación.

Así de este dato, utilizando las regresiones calculadas a partir de la base de datos.

Hay que tener en cuenta que los cálculos han sido realizados con una herramienta informática en la que, para más precisión, se han utilizado mayor número de decimales, por lo que los cálculos, en ocasiones, no son exactos si se tratan de verificar sobre este documento, ya que no se han incluido todos los decimales, lo que lo haría demasiado engorroso para el lector. Igualmente se han querido dejar indicados todos los cálculos para que no existan dudas de los métodos utilizados.

### 1.1.1. Eslora, manga y puntal

Comenzamos para el cálculo utilizando la regresión más directa posible para hallar la dimensión más importante, la eslora:

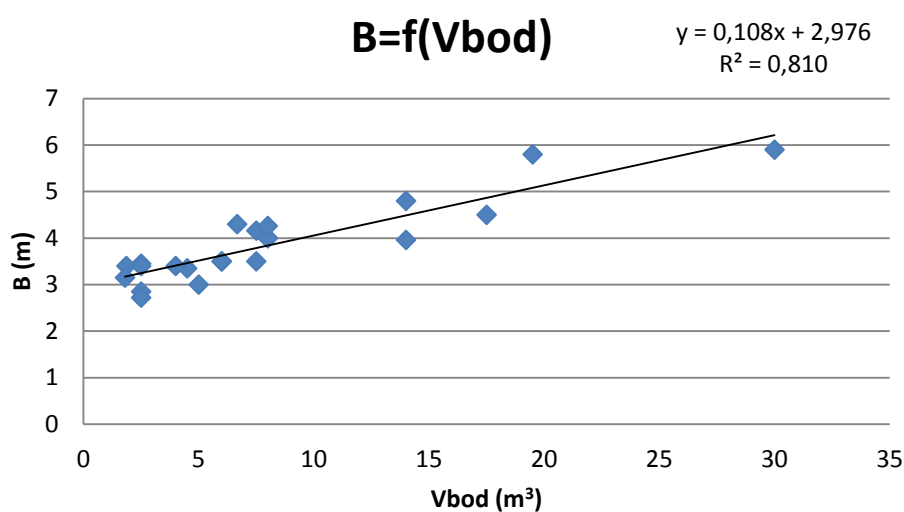


Gráfica 1. Regresión Loa (m) – Vbod (m³)

Sustituyendo el valor del volumen de bodegas en la regresión obtenemos una eslora total de:

$$Loa = 0,373 * Vbod + 7,814 = 10,9 \approx 11 \text{ m}$$

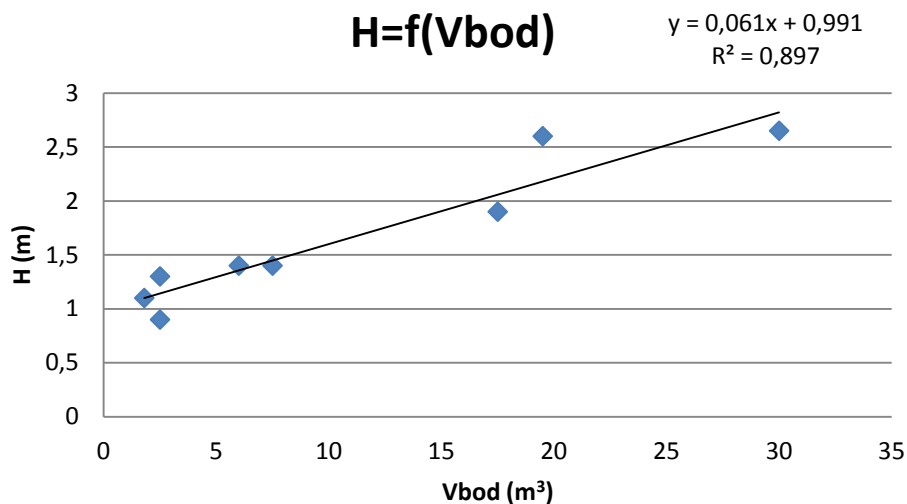
De esta misma forma obtenemos las dimensiones más importantes, como son: eslora, manga y puntal.



Gráfica 2. Regresión B(m) – Vbod (m³)

Quedando la manga con el valor:

$$B = 0,108 * V_{bod} + 2,976 = 3,8 \text{ m}$$

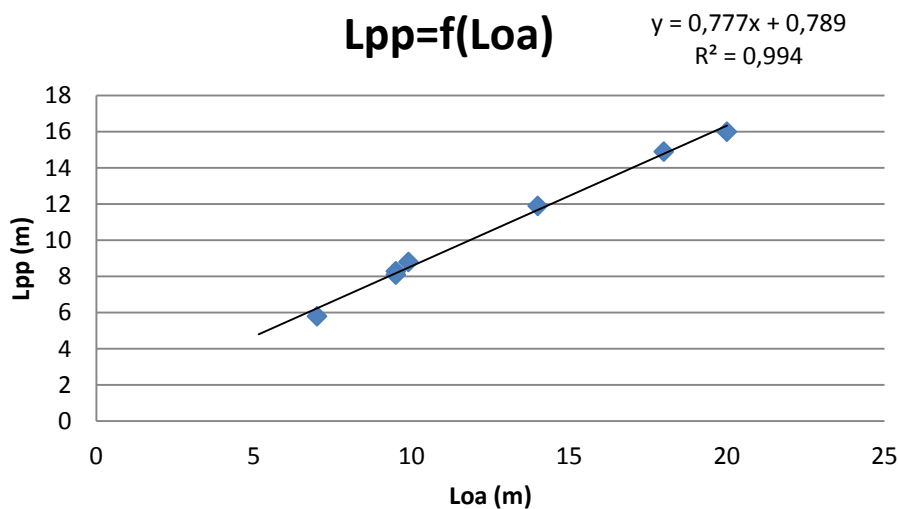


**Gráfica 3.Regresión H(m) – Vbod (m³)**

Siendo el valor del puntal:

$$H = 0,061 * V_{bod} + 0,991 = 1,48 \text{ m}$$

Podemos obtener también de las regresiones la eslora entre perpendiculares, a través de:



**Gráfica 4.Regresión Lpp(m) – Loa (m)**

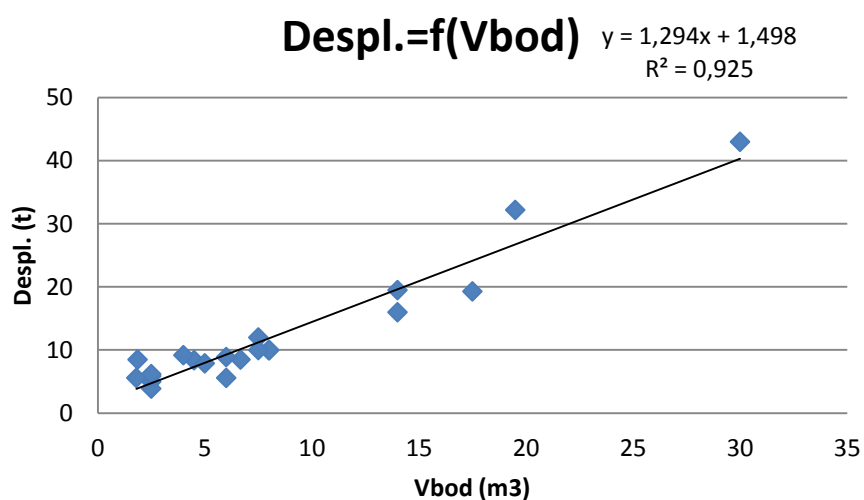


Siendo esta eslora de:

$$L_{pp} = 0,777 * L_{oa} + 0,789 = 9,27 \text{ m}$$

#### 5.4. Desplazamiento

En este punto es importante conocer cuál es el volumen total o el peso de la embarcación, para ello utilizamos la regresión que nos dará el dato del desplazamiento.



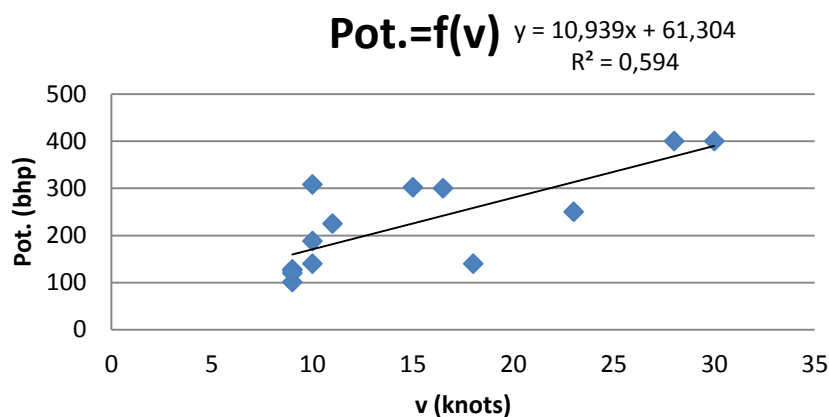
Gráfica 5. Regresión Despl.(ton) – V bod (m³)

Siendo el valor del desplazamiento:

$$Despl = 1,301 * V_{bod} + 1,45 = 11,86 \text{ t}$$

## 5.5. Potencia

Para la primera aproximación a la potencia requerida por la embarcación, lo más lógico es partir de la velocidad.

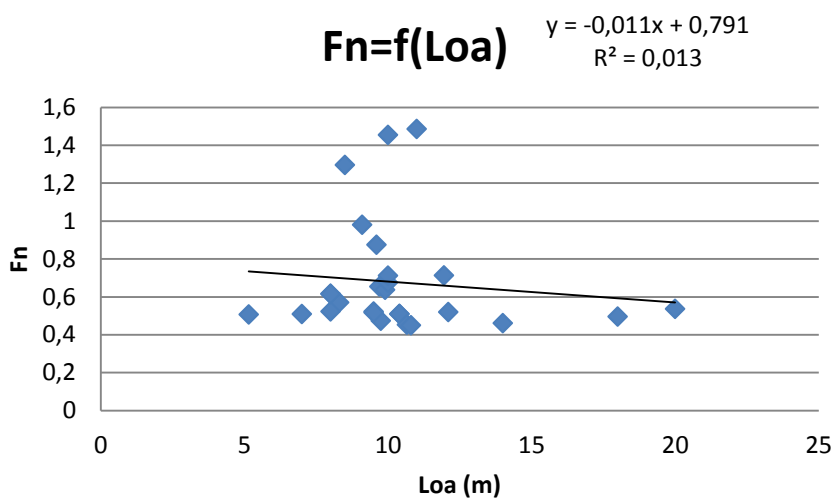


Gráfica 6. Regresión Potencia (bhp) – V (knotd)

Obteniendo un valor de la potencia de:

$$Pot = 10,937 * v + 61,327 = 170,7 \text{ bhp}$$

Finalmente nos fijamos en una regresión que relaciona la velocidad con las dimensiones principales:



Gráfica 7. Regresión Fn – Loa (m)

En este caso el valor obtenido sería de:

$$Fn = -0.011 * Loa + 0,791 = 0.67$$

No muy válido, ya que la relación entre ambas variables es escasa, esto nos denota los diferentes regímenes en que se mueven las embarcaciones de este tipo.

## 5.6. Cuadro resumen

De esta manera tenemos una embarcación con las siguientes características:

Dimensiones principales	
Loa	11 m
Lpp	9,27 m
B	3,8 m
H	1,48 m
Despl.	11,86 t
Pot.	170,7 bhp

Tabla 2. Dimensiones principales

## 6. Dimensionamiento por el método directo

### 6.1. Calculo del desplazamiento

Según las especificaciones del proyecto, la capacidad de bodega de la embarcación;

Capacidad de bodega	
Bodega	6 m <sup>3</sup>
Vivero	2 m <sup>3</sup>
Total	8 m <sup>3</sup>

Tabla 3. Capacidad de bodega

Para el cálculo del desplazamiento, recurrimos a la tabla 3.1. del artículo técnico " *Estimation of general characteristics of fishing vessels*" de A.D.Papanilolaou, que nos relaciona la capacidad de bodega de la embarcación con su desplazamiento, para distintos tipos de pesqueros. En nuestro caso:

$$\frac{V_B}{V_{WL}} = 0,565 \Rightarrow V_{WL} = \frac{8 \text{ m}^3}{0,565} = 14,159 \text{ m}^3$$

## 6.2. Cálculo de las dimensiones principales

### 6.2.1. Eslora

La primera estimación de la eslora la realizamos, interpolando linealmente con el valor de la capacidad de bodega, en la tabla 3.2, del artículo mencionado. Para nuestro caso, los valores entre los que hay que interpolar son los siguientes:

Loa [m]	Volumen de bodega $V_B$ [ $m^3$ ]	Capacidad de pesca $P_F$ [ton]
9	6	1,5
11	10	2,4
12	15	3,35

Interpolando  $\Rightarrow$

$$Loa = 10m$$

$$P_F = 1,95 \text{ ton}$$

Suponiendo un coeficiente de estiba de 4,0 a 4,4  $m^3/ton$

Otra forma de estimar la eslora, es utilizando la expresión empírica que aparece en el artículo “*Estimation of general characteristics of fishing vessels*” de Papanikolaou. A pesar de que es una expresión válida para embarcaciones de madera con un desplazamiento menor o igual a 60 tons, la utilizamos para obtener una nueva estimación de la eslora.

$$L_{oa} = 5,410 \cdot \Delta^{0,2929}$$

Utilizando el valor del desplazamiento, calculo en el apartado anterior.

$$\Delta = 14,159 \text{ m}^3 \cdot 1,025 \text{ tons/m}^3 = 14,513 \text{ tons}$$

$$L_{oa} = 5,410 \cdot 14,513^{0,2929} = 11,843 \text{ m} \Rightarrow \underline{L_{oa} = 11,843 \text{ m}}$$

### 6.2.2. Eslora entre perpendiculares y eslora de flotación

Para la estimación de la eslora entre perpendiculares, recurrimos a la fórmula empírica de Posdunine, aplicable a cualquier tipo de barco.

$$L_{pp} = c \cdot \nabla^{1/3} \cdot \left( \frac{V}{V + 2} \right)^2$$

Para la determinación del coeficiente "c", acudimos al artículo "*Proyecto de buques pesqueros*" de Graválos, que nos permite obtener dicho valor, en función de la velocidad y la relación  $L_{pp}/B$ .

$V [kn]$	$L_{pp}/B = 5$	$L_{pp}/B = 4$
9	5,60	5,10
10	5,98	5,40
11	6,26	5,65

**Tabla 4. Determinación del coeficiente "c"**

Al tratarse de una embarcación pequeña, elegimos la menor relación  $L_{pp}/B$  y como la velocidad de proyecto es 10 nudos, el valor del coeficiente c es 5,40.

- $c = 5,40$
- $V = 10 \text{ kn}$
- $\nabla = 14,159 \text{ m}^3$

$$L_{pp} = 5,40 \cdot (14,159)^{1/3} \cdot \left( \frac{10}{10 + 2} \right)^2 = 9,072 \text{ m} \Rightarrow \underline{L_{pp} = 9,072 \text{ m}}$$

Para la estimación de la eslora de flotación, recurrimos al artículo "*Indicazioni statistiche per il progetto preliminare di pescherecci*" de Campanile-Russo Kraus , que en función de la relación  $L_{pp}/\nabla^{1/3}$ , calculada con el valor obtenido anteriormente, nos permite obtener el valor del coeficiente c para este caso.

$L_{pp}/\nabla^{1/3}$	$C_{max}$	$C_{min}$	$C_{med}$
3,50	5,74	5,15	5,44
4,00	6,25	5,52	5,88
4,50	6,65	5,86	6,25

**Tabla 5. Determinación del coeficiente “c” 2.**

Considerando que el desplazamiento calculado es el desplazamiento a plena carga, seleccionamos el valor de  $C_{max}$ , luego entrando con  $L_{pp}/\nabla^{1/3} = 3,75$  e interpolando linealmente.

- $C_{max} = 5,99$
- $V = 10 \text{ kn}$
- $\nabla = 14,159 \text{ m}^3$

$$L_{WL} = 5,99 \cdot (14,159)^{1/3} \cdot \left( \frac{10}{10 + 2} \right)^2 = 10,063 \text{ m} \Rightarrow \underline{L_{WL} = 10,063 \text{ m}}$$

En la referencia utilizada existen dos expresiones empíricas, para calcular la  $L_{pp}$ , para palangreros.

Völker  $\Rightarrow \frac{L_{pp}}{\nabla^{1/3}} = 2,0 + 4,5 \cdot \frac{V(m/s)}{\sqrt{g \cdot \nabla^{1/3}}}$

- $\nabla = 14,159 \text{ m}^3$
- $V = 5,144 \text{ m/s}$
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$$L_{pp} = \nabla^{1/3} \cdot \left[ 2,0 + 4,5 \cdot \frac{V \left( \frac{m}{s} \right)}{\sqrt{g \cdot \nabla^{1/3}}} \right] = (14,159)^{1/3} \cdot \left[ 2,0 + 4,5 \cdot \frac{5,144}{\sqrt{9,81 \cdot 14,159^{1/3}}} \right]$$

$$\Rightarrow \underline{L_{pp} = 16,334 \text{ m}}$$

Campanile- Russo Krauss  $\Rightarrow L_{pp} = 3,061 \cdot \Delta^{0,3966} \Rightarrow \underline{L_{pp} = 8,843 \text{ m}}$



Luego como primera estimación de  $L_{pp}$ , tomamos la media de los valores obtenidos. Para el cálculo de esta media, descartamos el resultado obtenido con la expresión de Völker, ya que se sale del rango de valores estudiados.

$$L_{pp} = 8,958 \text{ m}$$

### 6.2.3. Manga (B)

Para el cálculo de la manga, utilizamos las expresiones empíricas de Santarelli y Campanile-Russo Krauss.

Santarelli en su artículo *"Preliminary Determination of main Characteristic of Fishing Vessels"*, propone la siguiente expression para pesqueros con esloras menores de 40,00 m.

$$\frac{L_{pp}}{B} = 2,000 + 0,055 \cdot L_{pp}$$

$$B = \frac{L_{pp}}{2,000 + 0,055 \cdot L_{pp}} = \frac{8,958}{2,000 + 0,055 \cdot 8,958} = 3,594 \text{ m} \Rightarrow \underline{B = 3,594 \text{ m}}$$

Campanile- Russo Krauss en su artículo *"Indicazioni statistiche per il progetto preliminare di pescherecci"*, propone dos expresiones para el cálculo de la manga, una en función de la eslora entre perpendiculares y otra en función del desplazamiento.

$$B = 0,6086 \cdot L_{pp}^{0,6892} = 0,6086 \cdot 8,958^{0,6892} = 2,758 \text{ m} \Rightarrow \underline{B = 2,758 \text{ m}}$$

$$B = 1,234 \cdot \Delta^{0,2844} = 1,234 \cdot 14,513^{0,2844} = 2,647 \text{ m} \Rightarrow \underline{B = 2,647 \text{ m}}$$

Tomando el valor medio de los resultados anteriores  $\Rightarrow \underline{B = 2,999 \text{ m}}$

### 6.2.4. Calado de diseño

Para el cálculo del calado utilizamos el valor de la relación B/T, que da Santarelli para este tipo de barcos y las expresiones empíricas de Campanile- Russo Krauss.

$$\frac{B}{T} = 2,3 \Rightarrow T = \frac{B}{2,300} = \frac{2,999}{2,300} = 1,304 \text{ m} \Rightarrow \underline{T = 1,304 \text{ m}}$$

$$T = 0,2654 \cdot L_{pp}^{0,6816} = 0,2654 \cdot 8,958^{0,6816} = 1,183 \text{ m} \Rightarrow \underline{T = 1,183 \text{ m}}$$

$$T = 0,5124 \cdot \Delta^{0,2882} = 0,5124 \cdot 14,513^{0,2882} = 1,108 \text{ m} \Rightarrow \underline{T = 1,108 \text{ m}}$$

Tomando el valor medio, el calado estimado es  $\Rightarrow \boxed{T = 1,198 \text{ m}}$

#### 6.2.5. Puntal a cubierta principal

---

Para el cálculo del puntal a cubierta principal utilizamos el valor de la relación  $B/H_{ppal}$ , que da Santarelli y la expresiones empíricas de Campanile- Russo Krauss.

$$\frac{B}{H_{ppal}} = 2,0 \Rightarrow H_{ppal} = \frac{B}{2,0} = \frac{2,999}{2,000} = 1,500 \text{ m} \Rightarrow \underline{H_{ppal} = 1,500 \text{ m}}$$

$$H_{ppal} = 0,7061 \cdot \Delta^{0,2687} = 0,7061 \cdot 14,513^{0,2687} = 1,449 \text{ m} \Rightarrow \underline{H_{ppal} = 1,449 \text{ m}}$$

Tomando el valor medio, el puntal a cubierta principal es  $\Rightarrow \boxed{H_{ppal} = 1,475 \text{ m}}$

#### 6.2.6. Francobordo

---

Con los valores del calado y puntal a cubierta principal podemos calcular el francobordo estimado.

$$FB = H_{ppal} - T$$

$$FB = 1,475 \text{ m} - 1,198 \text{ m} = 0,277 \text{ m} \Rightarrow \underline{FB = 0,277 \text{ m}}$$

### 6.3. Cálculo de coeficientes de formas

---

#### 6.3.1. Coeficiente de bloque

---

Con los valores obtenidos en los apartados anteriores, podemos calcular el coeficiente bloque por el método directo.

$$C_B = \frac{\nabla}{L_{WL} \cdot B \cdot T}$$

$$C_B = \frac{14,159}{10,069 \cdot 2,999 \cdot 1,198} = 0,391 \Rightarrow \underline{C_B = 0,391}$$

Santorelli propone la siguiente expresión para el cálculo del coeficiente de bloque.

$$C_B = 0,92 - 0,35 \frac{V[kn]}{\sqrt{L_{pp}[ft]}} = 0,92 - 0,35 \frac{10}{\sqrt{29,390}} = 0,274 \Rightarrow \underline{C_B = 0,274}$$

El valor obtenido con el método directo es demasiado elevado para una embarcación de este tipo, así que descartamos ese valor y nos quedamos con el obtenido con la formulación de

Santorelli.

$$\boxed{C_B = 0,274}$$

Aunque este coeficiente de bloque pueda parecer muy bajo, es un dato normal teniendo en cuenta que este tipo de embarcaciones en muchas ocasiones están provistas de quillote y el calado está medido desde el canto bajo del mismo, se justificará con detalle más adelante.

### 6.3.2. Coeficiente de flotación

---

El coeficiente de la flotación lo calculamos con la expresión de Schneekluth, que aparece en el trabajo *"Ship Design for Efficiency and Economy"*.

$$C_{ft} = \sqrt{C_B} - 0,025 = \sqrt{0,274} - 0,025 = 0,498 \Rightarrow \boxed{C_{ft} = 0,498}$$

### 6.3.3. Coeficiente prismático

---

Para el cálculo del coeficiente prismático, utilizamos la siguiente expresión.

$$C_p = 0,5687 + 0,1538 \cdot Fn - 0,0701 \cdot Fn^2$$

Donde  $Fn$  es el número de Froude.

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}} = \frac{10 \cdot 0,5144}{\sqrt{9,81 \cdot 8,958}} = 0,549$$

$$C_p = 0,5687 + 0,1538 \cdot 0,549 - 0,0701 \cdot 0,549^2 = 0,632$$

Valores óptimos para embarcaciones rápidas  $0,58 < C_p < 0,7$

Como el valor obtenido, se encuentra dentro del rango de valores óptimos para embarcaciones rápidas, lo damos por bueno.

$$\boxed{C_p = 0,632}$$

#### 6.3.4. Coeficiente de la maestra

---

El coeficiente de la maestra lo obtenemos directamente con los valores del coeficiente de bloque y del coeficiente prismático, calculados en los apartados anteriores.

$$C_M = \frac{C_B}{C_p}$$

$$C_M = \frac{0,274}{0,632} = 0,434 \Rightarrow \boxed{C_M = 0,434}$$

#### 6.4. Desglose de pesos

---

Inicialmente hemos calculado el desplazamiento en función del volumen de bodega. En este apartado vamos a calcular el desplazamiento como la suma del peso en rosca y el peso muerto.

##### 6.4.1. Peso en rosca

---

$$PR = P_{estructura} + P_{máquina} + P_{equipos} + R_1$$

$R_1 \equiv$  margen que el autor recomienda considerar en un 10%.

Las relaciones de los diferentes pesos, están referidas con el valor del CUNO, que se define como,  $L_{pp} \cdot B \cdot T$ .

Para nuestro caso el CUNO =  $32,18 \text{ m}^3$ .

$$P_{Estructura} = 46 \cdot [CUNO] = 46 \cdot 32,18 = 1,480 \text{ ton}$$

$$P_{Máquina} = 16 \cdot [CUNO] = 16 \cdot 32,18 = 0,515 \text{ ton}$$

$$P_{Equipos} = 30 \cdot [CUNO] = 30 \cdot 32,18 = 0,965 \text{ ton}$$

$$PR = 1,480 + 0,515 + 0,965 + 0,1(1,480 + 0,515 + 0,965) = 3,256 \text{ ton}$$

#### 6.4.2. Peso muerto

$$PM = \Delta - PR = 14,159 \cdot 1,025 - 3,256 = 11,26 \text{ ton}$$

#### 6.5. Potencia

Para el cálculo de la potencia instalada, utilizamos la ecuación de Almirantazgo.

$$Pot = \frac{\Delta^{2/3} \cdot v^3}{C_N}$$

Para determinar la constante de Almirantazgo, utilizamos la siguiente expresión empírica.

$$C_N = 16,24 \cdot \Delta^{0,3361} = 16,24 \cdot 14,513^{0,3361} = 39,91$$

$$Pot = \frac{\Delta^{2/3} \cdot v^3}{C_N} = \frac{14,513^{2/3} \cdot 10,00^3}{39,91} = 149,08 \text{ HP} \Rightarrow \boxed{Pot = 111,17 \text{ kW}}$$

#### 6.6. Comprobación de la estabilidad

Los criterios mínimos de estabilidad para buques de esloras inferiores a 100 m, exige que los buques pesqueros deben tener como mínimo una altura metacéntrica inicial de 0,35 m.

$$GM = KB + BM - KG$$

LA posición vertical del centro de carena KB y el radio metacéntrico BM, los hemos calculado con las expresiones empírica que nos ofrece Schneekluth. Utilizando los valores anteriormente calculados.

$$KB = T \cdot [0,9 - 0,36 \cdot C_M] = 1,198 \cdot [0,9 - 0,36 \cdot 0,434] = 0,891 \text{ m}$$

$$BM = \frac{c \cdot B^2}{12 \cdot C_B \cdot T}$$

$$c = 0,096 + 0,89 \cdot Cft^2 = 0,096 + 0,89 \cdot 0,498^2 = 0,317 \text{ m}$$

$$BM = \frac{c \cdot B^2}{12 \cdot C_B \cdot T} = \frac{(0,317) \cdot 2,999^2}{12 \cdot 0,274 \cdot 1,198} = 0,724 \text{ m}$$

Para calcular la posición vertical del centro de gravedad, hemos utilizado el valor de la relación  $KG/H_{pp}$ , que Papanikolaou da en función del tipo de barco y situación de máxima carga o lastre. Para este caso:

**“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”**  
Proyecto 082/ Cuaderno 2

$$\frac{KG}{H_{pp}} = 0,73 \Rightarrow KG = 0,73 \cdot H_{pp} = 0,73 \cdot 1,475 = 1,077 \text{ m}$$

$$GM = KB + BM - KG = 0,891 + 0,724 - 1,077 = 0,538 \text{ m}$$

Como el valor de la altura metacéntrica calculada  **$GM = 0,538 \text{ m}$**   $> 0,35 \text{ m}$ , aceptamos como aproximación, las dimensiones de la embarcación calculadas, con este método.

## 6.7. Cuadro resumen

Dimensiones principales	
Loa	11,843m
Lpp	8,958 m
LwL	10,063 m
B	2,999 m
T	1,198 m
Hpp	1,475 m
Cb	0,274
Cft	0,498
Cm	0,434
GM	0,538 m

Tabla 6. Resumen dimensiones por el método directo



## 7. Selección de dimensiones

Después de los primeros dimensionamientos realizados anteriormente, por el método estadístico y por el método directo, a partir de fórmulas de base empírica, debemos analizar los resultados, viendo si son viables en primera instancia y buscando los de mayor eficiencia para conseguir optimizar la embarcación.

Las dimensiones obtenidas anteriormente son:

Dim. Estadístico		Dim. Directo	
Loa	11 m	Loa	11,843 m
Lpp	9,27 m	Lpp	8,958 m
B	3,8 m	LwL	10,063 m
H	1,48 m	B	2,999 m
Despl.	11,86 t	T	1,198 m
Pot.	170,7 bhp	Hpp	1,475 m
		Cb	0,274
		Cft	0,498
		Cm	0,434
		GM	0,538 m

**Tabla 7. Resumen dimensiones método estadístico – método directo**

Para comenzar el análisis de estas dimensiones, la relación más importante a tener en cuenta, y que condiciona la embarcación, es el régimen de velocidad en que se mueve. Este régimen, puesto de manifiesto con el número de Froude o con la relación de la velocidad con la raíz cuadrada de la eslora, hace que dos embarcaciones con una relación similar, tengan condiciones de operación similar, con características de las olas generadas similares, requisitos de potencia por tonelada similares, así como unas proporciones de empuje estático y dinámico similares. [1]

Estando la relación velocidad con la raíz cuadrada eslora (ft) entorno a 1,7, es decir un número de Froude de 0,52.

Vemos así que el límite de la relación  $v = 1,34 \cdot \sqrt{L}$  está superado, siendo una embarcación que va más allá de las embarcaciones de desplazamiento puro, estando en el régimen de semidesplazamiento.

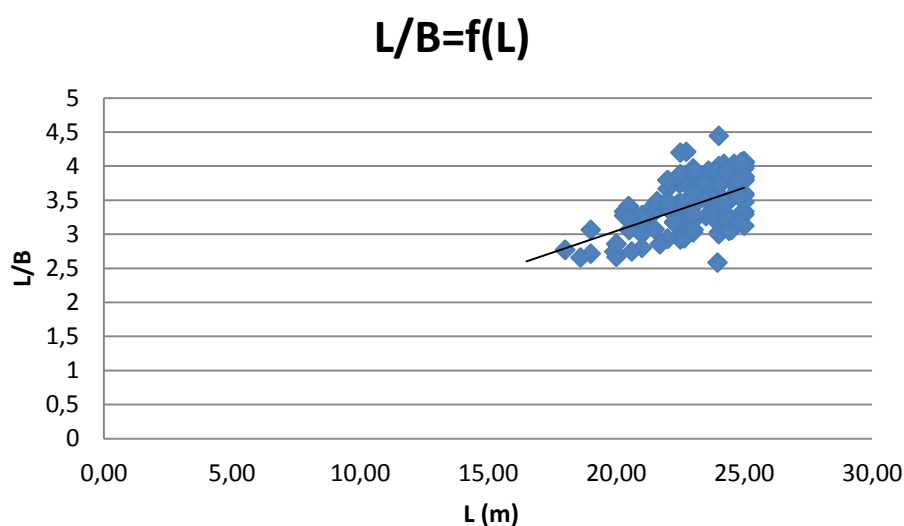
***“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”***

*Proyecto 082/ Cuaderno 2*

Explicamos aquí lo que más llama la atención de los dimensionamientos realizados:

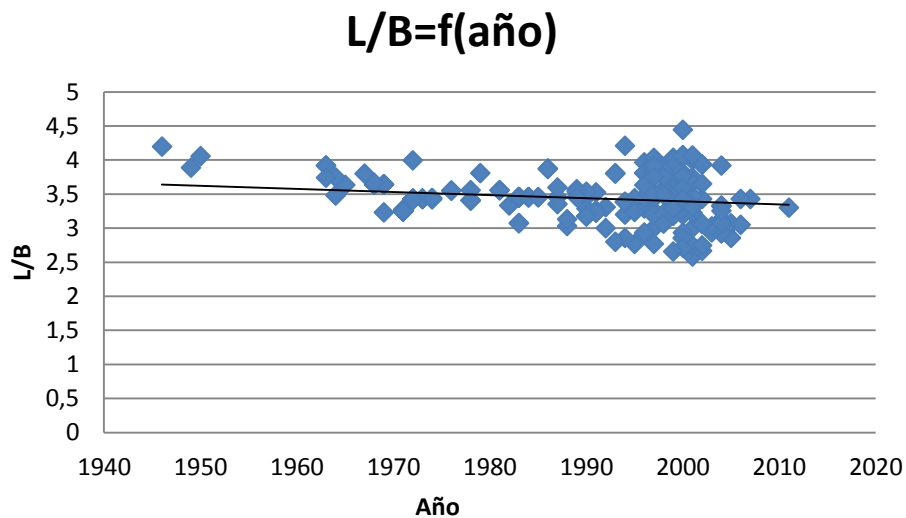
Al observar las dimensiones obtenidas, una de las primeras que nos llama la atención es la diferencia existente entre las **mangas**, siendo, para el dimensionamiento estadístico de 3,8 m y para el dimensionamiento directo 3 m. Parece lógico que para evaluar esta diferencia tomemos como referencia la eslora, así la relación eslora-manga, para el dimensionamiento estadístico es de 2,9 y para el dimensionamiento directo de 3,9. Esta relación la podemos comparar con varias referencias.

En general los barcos al aumentar su eslora aumentan la relación L/B, como se confirma con una base de datos de pesqueros obtenida de Seaweb.



**Gráfica 8. Relación L/B – L (m)**

Con la misma base de datos, si comparamos el año de construcción con la relación que estamos estudiando vemos que esta disminuye en las embarcaciones más modernas.



**Gráfica 9. Relación L/B – año de construcción**

Con esto ponemos de manifiesto que los artículos utilizados para el dimensionamiento directo, están en su mayoría, enfocados a embarcaciones de dimensiones mayores y cuyas fórmulas han sido obtenidas a partir de embarcaciones antiguas. Siendo, en todo caso, un gran artículo para realizar el dimensionamiento.

Analizando esta relación de forma más próxima, observamos la base de datos utilizada para el dimensionamiento estadístico, pudiendo seleccionar el dato de la manga más válido y coherente. En esta base de datos vemos que la relación L/B más alta es de 3,4 correspondiente a una embarcación de 20 m de eslora total, bastante mayor que la nuestra, a este valor le sigue 3,2 correspondiente a una embarcación de 9,1 m de eslora total.

En el método directo también vemos como la primera estimación por la expresión propuesta por Santarelli da un valor de la manga mayor, de 3,594 m.

Por todo lo anterior se opta por la manga calculada en el método estadístico.

El **coeficiente de bloque**, como ya se ha comentado es algo bajo, su justificación y el coeficiente definitivo se verá en el documento de las formas, siendo esto debido a la existencia de quillote en la embarcación, midiéndose el calado en el canto bajo de este. Asimismo en la mayoría de los casos los artículos técnicos utilizados se basan en embarcaciones de desplazamiento puro, con coeficientes de bloque mayores.

En las especificaciones solo se ha hecho referencia a la **autonomía** de la embarcación, no se ha evaluado aún la capacidad de combustible o de agua necesaria.

Como estimación preliminar de la **capacidad de combustible** necesario partimos de las especificaciones y de unos márgenes de potencia estimados.

Siendo las potencias calculadas de 111,17 kw y 127,3 kw, cogemos un margen de casi un 20%, utilizamos para este cálculo 170 kw, teniendo en cuenta el intervalo completo, utilizando 100kw como extremo inferior.

Consideramos que el consumo para un motor de esta potencia es de 230 g/kw\*h.

En las especificaciones consta la distancia al caladero, 250 millas, y la velocidad 10 kn, estimamos un 30% del volumen para consumo en caladero, y un 10% más como margen.

El cálculo anterior nos lleva a un volumen de combustible de **3,6 m<sup>3</sup>**.

Como volumen inferior, con los anteriores datos y un consumo estimado de 240 g/kw\*h, tenemos un volumen de 2,24 m<sup>3</sup>.

Con este margen se ha estimado que el recorrido en caladero a 10 kn es de 214 millas.

El volumen de **agua dulce** a considerar se hace con el dato de 12 litros por persona y día, considerando 4 tripulantes y 8 días de marea, tenemos un volumen de 384 litros, por seguridad y posible retraso, se aumenta con un 30% de margen, calculándose una capacidad de agua de **0,5 m<sup>3</sup>**.

Entre las **relaciones de las dimensiones**, cabe destacar la relación  $L/V^{1/3}$ , a que hace referencia Fyson [9] y que debe estar entre 5 y 7 en embarcaciones de relación de la velocidad (kn) con la raíz cuadrada de la eslora (ft) de 2 a 2,5. En nuestro caso el valor es menor, para llegar a un valor de 5, necesitamos una eslora de 11,35 m en el caso del dimensionamiento estadístico y de 12,1 m en el caso del dimensionamiento directo.

## 8. Criterios para evaluar la viabilidad del proyecto

---

Los criterios a tener en cuenta para valorar la viabilidad del proyecto, además del más tenido en cuenta, el criterio económico, deberemos tener en cuenta otros criterios como el social o el medioambiental.

Dentro del criterio económico, existen diferentes maneras de evaluarlo, a saber: [10]

- Coste de construcción mínimo.
- Inversión total mínima. (Coste de construcción + gastos del armador)
- Coste del ciclo de vida mínimo. (Coste de construcción + gastos del armador(mantenimiento) + gastos operativos anuales actualizados)
- Flete requerido mínimo.
- Otras opciones más complejas.

El primero es ventajoso para el astillero si el buque ya está contratado o se quiere realizar una oferta económica.

El segundo es beneficioso para el armador si solo le interesa minimizar el coste inicial.

El tercero es, asimismo, beneficioso para el armador, pero no se tienen en cuenta los beneficios a percibir.

El penúltimo es una elección del armador que requiere el menor flete mínimo para que la embarcación comience a dar beneficios.

Otras opciones más complejas pueden tener en cuenta la amortización o el tiempo de recuperación de la inversión.

Así los costes están relacionados con las características de la embarcación, algunas de las relaciones más comunes se explicitan en el siguiente cuadro.

Coste Construcción			Coste Operativo
	Casco	Maquinaria	
Incremento L	Se incrementa el peso de la estructura y por lo tanto el coste de construcción de manera muy importante.	Se reduce la potencia necesaria y los costes asociados, al menos para $F_B$ reducidos.	Se reduce el coste y el consumo de combustible.
Incremento B	Se incrementa el coste de construcción (pero de manera menos importante que con L).	Se incrementa la potencia y los costes asociados.	Se incrementa.
Incremento D y T	Se reduce el coste de construcción.	Se reduce la potencia y los costes asociados, si va asociado a una reducción de L.	Se reduce.
Incremento $C_B$	Forma más económica para incrementar el desplazamiento y el peso muerto.	Se aumenta la potencia. Por encima de cierta relación entre $F_B$ y $C_B$ se produce un muy importante aumento de la potencia necesaria. Existe una combinación de $C_B$ y $C_M$ de resistencia mínima.	Se incrementa.
Incremento $C_P$	No tiene una influencia significativa.	Se aumenta la potencia. Se considera el parámetro más definitorio de la resistencia al avance.	Se incrementa.

**Tabla 8. Costes de construcción y costes operativos. Fuente: [10]**

En este sentido las velocidades por encima de la de desplazamiento conllevan un incremento de los costes, tanto de los de inversión, mayor potencia requerida, como de los de operación, mayor consumo de combustible. El éxito del diseño se consigue a través de una embarcación segura y eficiente que pueda pagar sus costes y dejar un margen razonable a sus explotadores. [9]

En el criterio social es importante, como se ha remarcado en ocasiones anteriores, tener en cuenta la aceptación e implicación de los beneficiarios, sin estas el proyecto puede no llevarse a cabo por desinterés o ser un fracaso, por falta de adaptación a la realidad social.

El criterio medio ambiental siempre debe ser tenido en cuenta, y más en proyectos relacionados con la pesca. En este sentido hay que evitar consumos altos de combustible para evitar emisiones y tener en cuenta la posibilidad de derrames, tanto en la carga y descarga de combustible, que son los más habituales, como en los posibles accidentes.

Pero además de ello la pesca tiene una gran problemática en su sostenibilidad, ya que cada vez hay menos pesca y es necesario alejarse más de la costa para conseguirla.



## 9. Conclusiones del dimensionamiento

Después de la discusión de las características calculadas por ambos métodos, como primer paso en el ciclo de proyecto se dará valor a las características del dimensionamiento estadístico. Considerando el dimensionamiento directo como primer dato de algunas características importantes y como forma de decisión de las posibles modificaciones de las características obtenidas del método estadístico en caso de duda.

Así, en el caso de la eslora buscamos acercarnos a la condición descrita por Fyson [9] para embarcaciones de semidesplazamiento, ya que aunque está fuera del rango, se consideran importantes estos márgenes, que nos alejará de consumos excesivos. De esta manera aumentamos la eslora del dimensionamiento directo, estudiando posteriormente los resultados que se obtienen.

Las dimensiones en esta etapa del proyecto son:

Características principales	
Loa	12 m
B	3,8 m
T	1,2 m
P	1,5 m
Despl.	12 t
Pot.	171 bhp

**Tabla 9. Dimensiones preliminares de la embarcación**

La capacidad de combustible es de  $3,6 \text{ m}^3$  y el volumen de agua dulce es de  $0,5 \text{ m}^3$ .

## 10. Modificaciones debidas a cálculos posteriores

Tras calcular la resistencia al avance de la embarcación y seleccionar un motor propulsor, se realizan de nuevo los cálculos para estimar la capacidad de combustible necesario.

De esta manera, siendo el motor propulsor de 138 kW y funcionando al 90% de MCR tenemos un funcionamiento a una potencia de 124,2 kW.

Según las especificaciones del fabricante, interpolando, el consumo específico de combustible es de 218,3 g/kW·h, que son 0,2183 kg/kW·h.

Calculando el volumen necesario con los mismos criterios que anteriormente, es decir, 30% del volumen es para los movimientos en caladero, más un 10% de margen y siendo la velocidad 10 kn y la distancia a caladero 250 millas.

Así tenemos:

$$V_{c1} = \frac{t \cdot Ce \cdot P_{bkW}}{\rho_{combustible}} = \frac{50 \cdot 0,2183 \cdot 124,2}{840} = 1,61 \text{ m}^3$$

Contando con el 30% de consumo en caladero:

$$V_{c2} = \frac{1,61}{0,7} = 2,3 \text{ m}^3$$

y el 10% de margen, tenemos un total de:

$$V_{cT} = \frac{2,3}{0,9} = 2,56 \text{ m}^3$$

Con lo que se consigue tener más volumen para pesca o poder permanecer más tiempo en el caladero faenando.

## 11. Bibliografía

---

- [1] "ESTIMATION OF GENERAL CHARACTERISTICS OF FISHING VESSELS", Apostolos D. Papanikolaou. 1994.
- [2] "EL USO DE HIELO EN PEQUEÑAS EMBARCACIONES DE PESCA". FAO. Documento Técnico de Pesca 436.
- [3] "SMALL FISHING BOAT DESIGNS FOR USE IN THE SOUTH PACIFIC REGION: DISPLACEMENT AND MEDIUM SPEED FISHING BOATS". J. Fyson. 1975.
- [4] "EL HIELO EN LAS PESQUERÍAS". FAO. Documento Técnico de Pesca Nº331.
- [5] Apuntes clase de Ingeniería de la pesca. Prof. D. José Fernando Nuñez Baseñez
- [6] "MEDIDAS DE AHORRO DE COMBUSTIBLE Y DE COSTOS PARA ARMADORES DE PEQUEÑAS EMBARCACIONES PESQUERAS". FAO. Documento Técnico de Pesca Nº 383.
- [7] Comunicación personal con el tutor José Fernando Nuñez Basañez.

***"Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador"***  
*Proyecto 082/ Cuaderno 2*



[8] “Captura de grandes peces pelágicos (pez espada y atunes) en el Atlántico Sudoccidental, y su interacción cn otras poblaciones”. Proyecto URU/92/003. INAPE. PNUD.

[9] “SMALL FISHING BOAT DESIGNS FOR USE IN THE SOUTH PACIFIC REGION: DISPLACEMENT AND MEDIUM SPEED FISHING BOATS”. J. Fyson. 1975.

[10] García Espinosa, Julio. “El Proyecto del Buque”. UPC. <http://e-md.upc.edu/diposit/material/23145/23145.pdf>

<http://marine.cat.com/propulsion> página web de Caterpillar.

[www.yanmarmarine.com](http://www.yanmarmarine.com)

[www.volvopenta.com](http://www.volvopenta.com)



# **“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”**

---

## **Cuaderno Nº 3**

### **Formas del buque**

#### ***Alumnos:***

*Daniel Leante Darricau*  
*Laura Alba García Marugán*

#### ***Tutores:***

*José Fernando Núñez Básañez*  
*David Gutiérrez Díaz*

#### ***Cotutores en la universidad de acogida (ESPOL):***

*Cristóbal Mariscal*  
*Bolivar Vaca*

## ÍNDICE

1. Introducción	4
2. Selección del tipo de formas	4
3. Descripción general del tipo de formas	9
3.1. Relación de esbeltez	10
3.2. Froude volumétrico	11
4. Formas de proa	14
4.1. Ángulo de entrada	14
5. Formas de popa	14
5.1. Espejo	15
6. Coeficientes de formas	16
6.1. Coeficiente de bloque	16
6.2. Coeficiente prismático	16
6.3. Coeficiente de la maestra	17
6.4. Conclusiones	17
7. Centro de flotación	18
8. Quillote	19
9. Trimado dinámico	20
10. Estabilidad dinámica	22
11. Obtención de formas	22
11.1. Proceso	24
11.2. Análisis de las formas	29
12. Bibliografía	31

## TABLAS

---

Tabla 1. Características principales de la embarcación diseño 1	24
Tabla 2. Características de la embarcación diseño 2	25
Tabla 3. Características de la embarcación diseño 3	26
Tabla 4. Características de la embarcación diseño final	28

## ILUSTRACIONES

---

Ilustración 1. Caracterización de las embarcaciones en función del Fn.Fuente [2]	5
Ilustración 2. Embarcación de semidesplazamiento. Fuente [13]	8
Ilustración 3. Embarcaciones varadas en la playa. Fuente: [16]	8
Ilustración 4. Propulsor y timón “plegables”. Fuente [15]	9
Ilustración 5. Caja de cuernas Asfibe. Fuente: facilitada por el Tutor	17
Ilustración 6. Curva de áreas diseño1	24
Ilustración 7. Plano de formas diseño 1	25
Ilustración 8. Curva de áreas diseño 2	26
Ilustración 9. Plano de formas diseño 2	26
Ilustración 10. Curva de áreas diseño 3	27
Ilustración 11. Plano de formas diseño 3	27
Ilustración 12. Curva de áreas diseño final	28
Ilustración 13. Plano de formas diseño final	29

## GRÁFICAS

---

Gráfica 1. Resistencia al avance en función de las formas del casco. Fuente [6]	6
Gráfica 2. Relación resistencia/peso - velocidad/eslora .Fuente [7]	7
Gráfica 3. Relación de la resistencia al avance con la esbeltez. Fuente [9]	10
Gráfica 4. Resistencia al avance- esbeltez . Froude. Fuente [9]	11





Gráfica 5. Resistencia al avance obtenidas de series sistematicas. _____	12
Gráfica 6. Relación entre la eficiencia del transporte y el N° Froude volumétrico.	
Fuente [18] _____	13
Gráfica 7. Posición del centro de flotación- Froude _____	18
Gráfica 8. Posición del centro de flotación - esbeltez _____	19
Gráfica 9. Ángulos de trimado- $\nabla^{2/3}/B \cdot T$ – Froude. Fuente: [2] _____	21

## 1. Introducción

---

El objetivo de este documento es estudiar las formas que deben tener este tipo de embarcaciones de forma general, para luego, conocer cuáles son las características y relaciones cuantitativas y sus márgenes. Dentro de los que se encajará la embarcación.

Algunas de estas relaciones son la relación velocidad-eslora o el más conocido, número de Froude, que nos llevan a seleccionar las formas de semidesplazamiento.

Para estas se estudian las características más importantes, como la relación de esbeltez y el número de Froude volumétrico y partes más concretas como el espejo de popa.

Con estas formas conseguimos unas buenas características en cuanto a hidrodinámica, estabilidad, comportamiento en la mar, etc.

Al final del documento se explica, como llegamos a las formas finales, con sus diversas modificaciones.

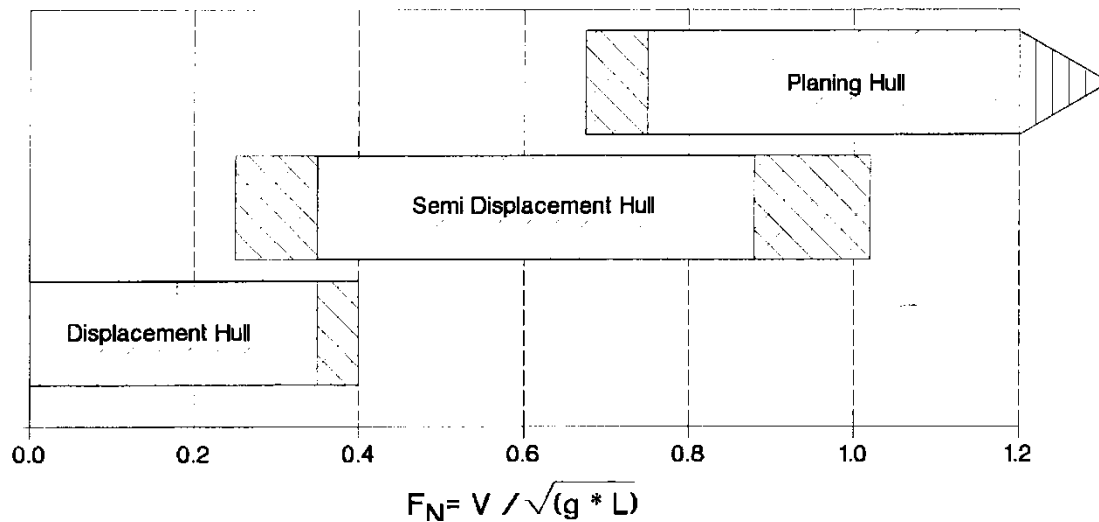
## 2. Selección del tipo de formas

---

Dadas las características de nuestra embarcación, con una velocidad de 10 nudos y una eslora de 12 m tenemos un número de Froude de 0,5 aproximadamente y una relación velocidad-eslora ( $V/\sqrt{L_{WL}}$ ) de 1.7 aproximadamente, con la velocidad en nudos y la eslora en pies,

estando los márgenes de las embarcaciones de semidesplazamiento, según Fyson [1] entre 1.34 y 3. El límite de velocidad en el régimen de desplazamiento es  $V = 1,34\sqrt{L_{WL}}$  ( $F_n=0,4$ ) en nuestro caso son unos 8 nudos.

Según la bibliografía estamos en la zona de embarcaciones de semidesplazamiento, semiplano o como lo llama Fyson [1] de media velocidad.



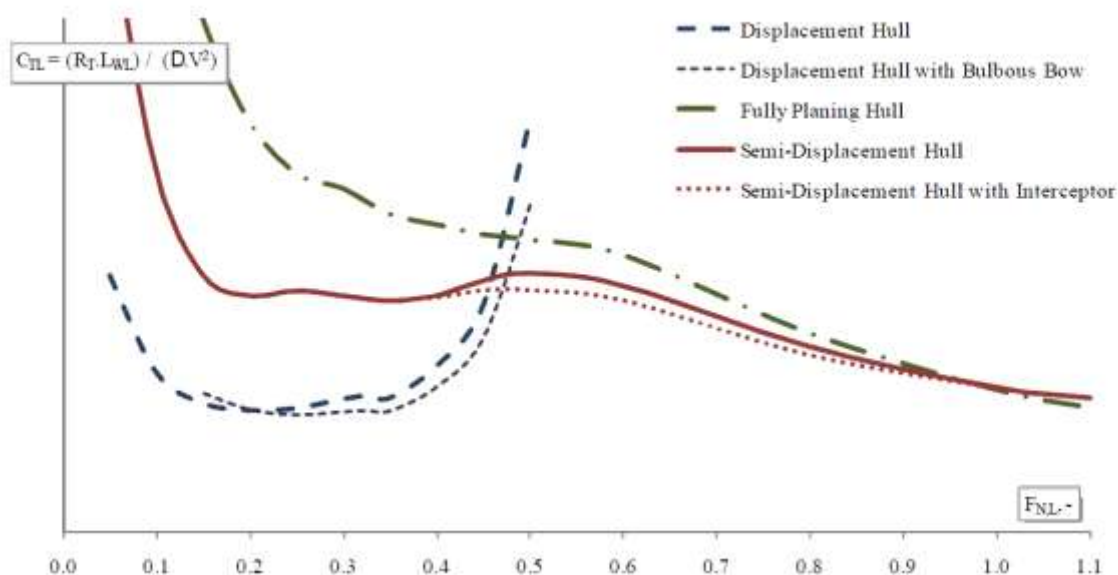
**Ilustración 1. Caracterización de las embarcaciones en función del  $F_n$ .**Fuente [2]

Dos efectos hacen que se deban adoptar unas formas de semidesplazamiento, la longitud de la ola formada por la proa y la depresión creada por unos longitudinales convexos, típicos de las embarcaciones de desplazamiento. Así, hay que evitar un excesivo trimado por hundimiento de la popa en el seno de la ola creada por la propia embarcación, y disminuir la excesiva resistencia provocada por la convexidad de las formas de popa. [7]

Por ello las características principales de las formas de este tipo de embarcaciones son: [7]

- En la zona de popa los longitudinales son rectos.
- Los longitudinales tienen una ligera pendiente hacia arriba según nos acercamos a la popa.
- La popa termina en un espejo ancho, parcialmente sumergido.
- Las formas son redondas a lo largo de todo el barco, aunque algunos diseñadores prefieren una combinación de pantoque vivo a popa y redondeado en la proa o viceversa.
- Las secciones de proa tienen forma de V con unas líneas de entrada de flujo finas, con pequeños ángulos de entrada dictados por la manga máxima y se tiende a llenar las cuadernas por encima de la flotación cerca de la roda. [8]

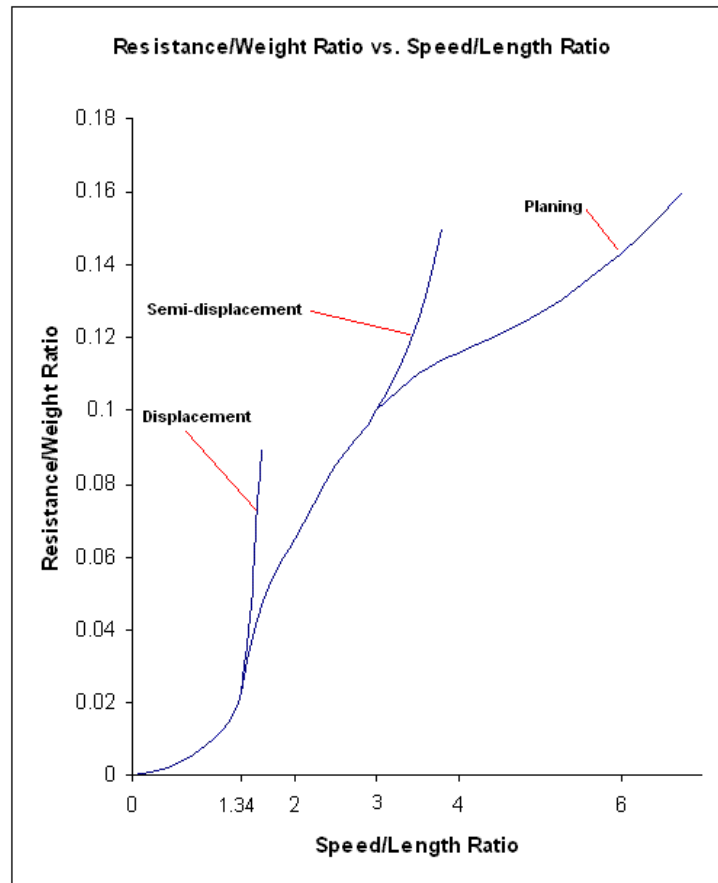
Las formas de semidesplazamiento, en cuanto a resistencia al avance, están en la media a bajas velocidades y son las mejores hasta el régimen de planeo puro. [6]



**Gráfica 1. Resistencia al avance en función de las formas del casco. Fuente [6]**

Estas formas, con la suficiente potencia para mantener estas velocidades incluso cuando está cargado, son la solución más económica para conseguir una embarcación eficiente y confortable, consiguiendo costes de combustible menores a estas velocidades que embarcaciones de planeo. [1]

Vemos en la siguiente figura la relación resistencia/peso en función de la relación velocidad/eslora en la que se aprecia la adecuación de estas formas para nuestra embarcación.

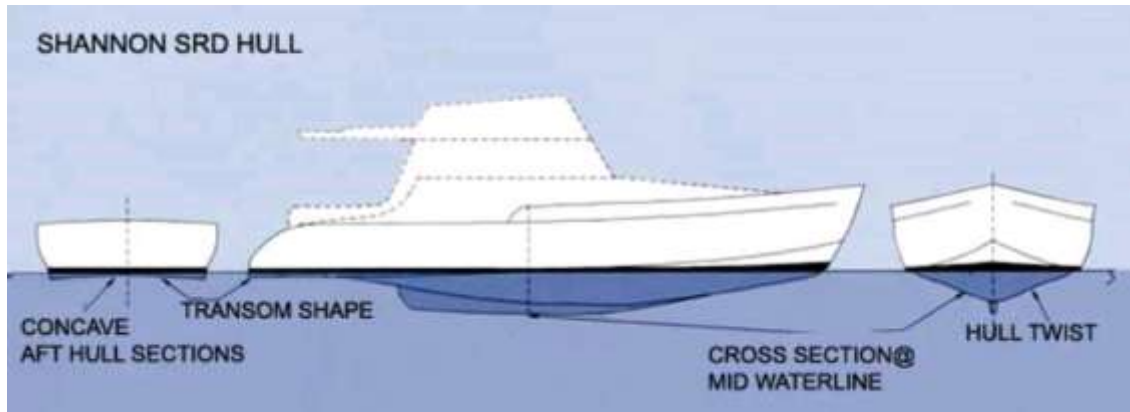


**Gráfica 2. Relación resistencia/peso - velocidad/eslora .Fuente [7]**

Existen otras formas posibles, no suficientemente probadas, a la par que más complicadas, por lo que no parece apropiado el aumento de coste que supondría, y la aceptación por parte de los pescadores es dudosa.

Presentamos aquí esta alternativa de forma somera [14]:

Lo más característico de estas formas es la popa, esta es cóncava en sentido transversal, con astilla muerta negativa y plana en el sentido longitudinal. En el resto de la embarcación las secciones tienen una forma próxima a la campana invertida que proporciona el mismo empuje a lo largo de toda la superficie.



**Ilustración 2. Embarcación de semidesplazamiento. Fuente [13]**

En la otra banda, en el extremo de la simplicidad, están las embarcaciones llamadas “dory”. Estas son de formas simples, con fondo plano, con lo que los costes de construcción son menores; y además facilita que estas embarcaciones puedan varar en la playa sin problema, asimismo estas embarcaciones tienen un bajo calado, con lo que, son adecuadas para caletas con poca profundidad.

Estando este proyecto buscando sinergias con los nuevos puertos pesqueros en construcción, y por lo que veremos abajo, no son estas las formas a adoptar, sin embargo seguramente si sean unas embarcaciones muy propicias para ciertas caletas de Ecuador.

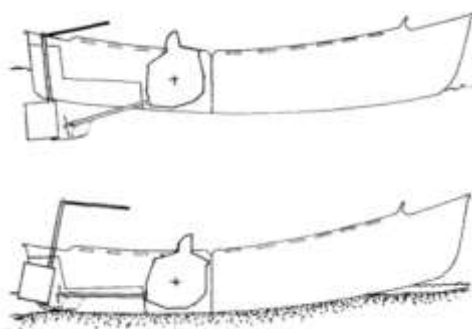


**Ilustración 3. Embarcaciones varadas en la playa. Fuente: [16]**



No obstante, esta solución se ensayó en varios países del sur del Pacífico para la pesquería de bonito barrilete o listado (*Katsuwonus pelamis*), no resultando satisfactoria. Entre los contras más importantes de estas embarcaciones, están el aumento de los costes de operación y la pequeña capacidad de carga. [1]

Para conseguir las prestaciones de los motores estacionarios (intraborda) estas formas combinadas con un propulsor y timón “plegables”, como la mostrada en la imagen de abajo, solución dada en el marco de la FAO, podrían ser una buena combinación si se estudia bien y las roturas no son frecuentes ni las reparaciones excesivamente caras. [15]



**Ilustración 4. Propulsor y timón “plegables”. Fuente [15]**

### 3. Descripción general del tipo de formas

Para concretar las formas estudiaremos aquí características más detalladas, a tener en cuenta para definir las formas definitivas.

Como hemos visto, las formas redondas se prefieren para embarcaciones de semidesplazamiento, en concreto las que operen a números de Froude de entre 0,4 y 1 aproximadamente. [8] En muchos casos el radio del pantoque va reduciéndose según se avanza hacia la popa.

Desde el punto de vista de la resistencia al avance en aguas tranquilas, algunos autores consideran que se debe dar preferencias a las formas con pantoques vivos para valores del número de Froude mayores de 0.75. [6]

Para conseguir la mayor eficiencia en la condición de semidesplazamiento, un diseño debe tener, comparativamente con una embarcación de desplazamiento, un desplazamiento menor,

con menor calado y con unos longitudinales con menos curvatura en la parte posterior, provocando olas menores y evitando un excesivo trimado de la popa. [1]

Para cuantificar ese menor desplazamiento existen dos relaciones a tener en cuenta, la relación de esbeltez y el número de Froude volumétrico.

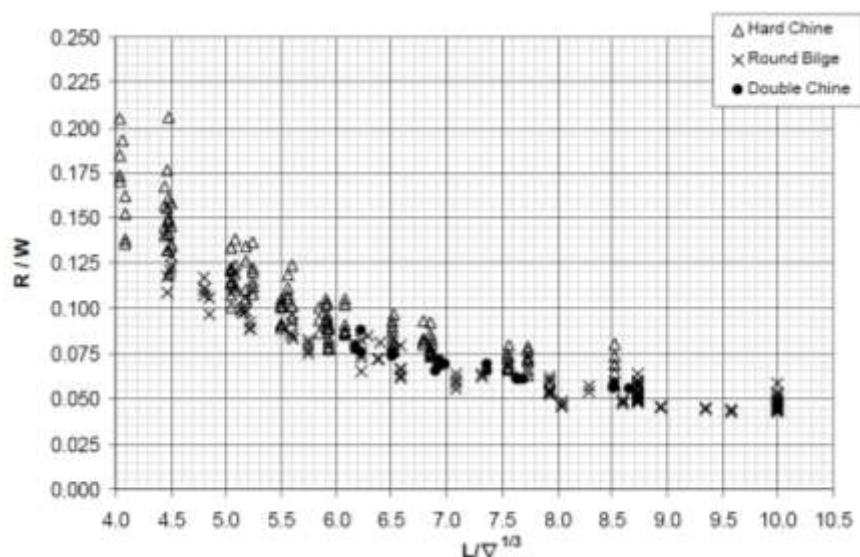
### 3.1. Relación de esbeltez

La relación de esbeltez se define de diferentes maneras  $1000 \cdot \nabla/L^3$ ;  $L/\nabla^{1/3}$ , etc. Utilizaremos aquí, preferentemente, la ya utilizada  $L/\nabla^{1/3}$ .

Según Fyson [1], esta relación debe estar entre 5 y 7 dependiendo de los requisitos del proyecto, para embarcaciones con una relación velocidad/eslora de entre 2 y 2,5; estando esta última relación en este proyecto próximo a 1,7, no se considerará de estricto cumplimiento.

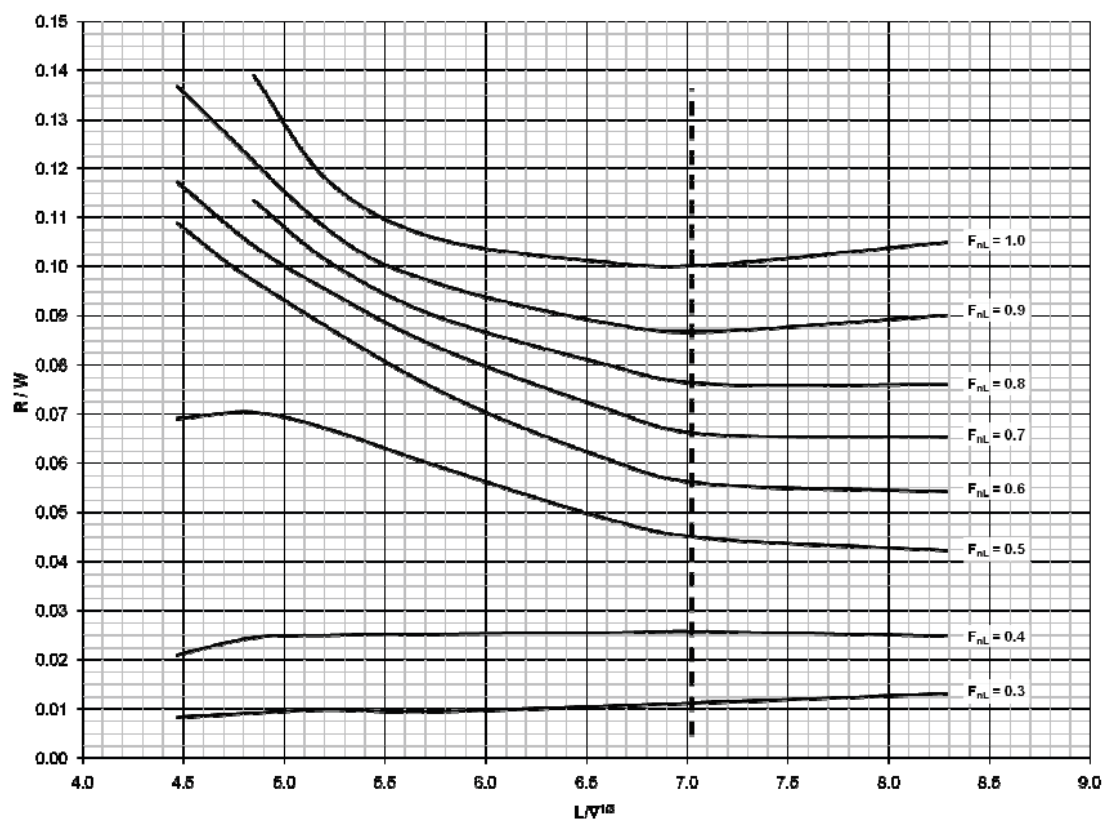
Esta relación es realmente importante ya que la resistencia por formación de olas depende de forma importante de él. Sobre todo en la zona de Froude de 0,45 a 0,55, en la que estamos. En otras zonas se deben evitar aumentos desproporcionados de la eslora que darán lugar a buques más caros, con mayores pesos en rosca y con mayores superficies mojadas. [8]

En la siguiente gráfica se aprecia el aumento de la resistencia que conllevan bajas relaciones de esbeltez. Esta confirma también que las formas redondas son las de menor resistencia. Esta gráfica está obtenida para números de Froude algo mayores que el nuestro, 0,6, pero suficientemente próximo para considerar que la influencia es similar.



Gráfica 3. Relación de la resistencia al avance con la esbeltez. Fuente [9]

En el mismo documento que la gráfica anterior hay una gráfica en la que vemos que, aproximadamente, a nuestro número de Froude, las diferencias en cuanto a resistencia entre la relación de esbeltez de 4,5 a 5 son mínimas, pero vemos como disminuye la resistencia si se aumenta la relación de esbeltez entre 5 y 7 aproximadamente. Se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 4. Resistencia al avance- esbeltez . Froude. Fuente [9]

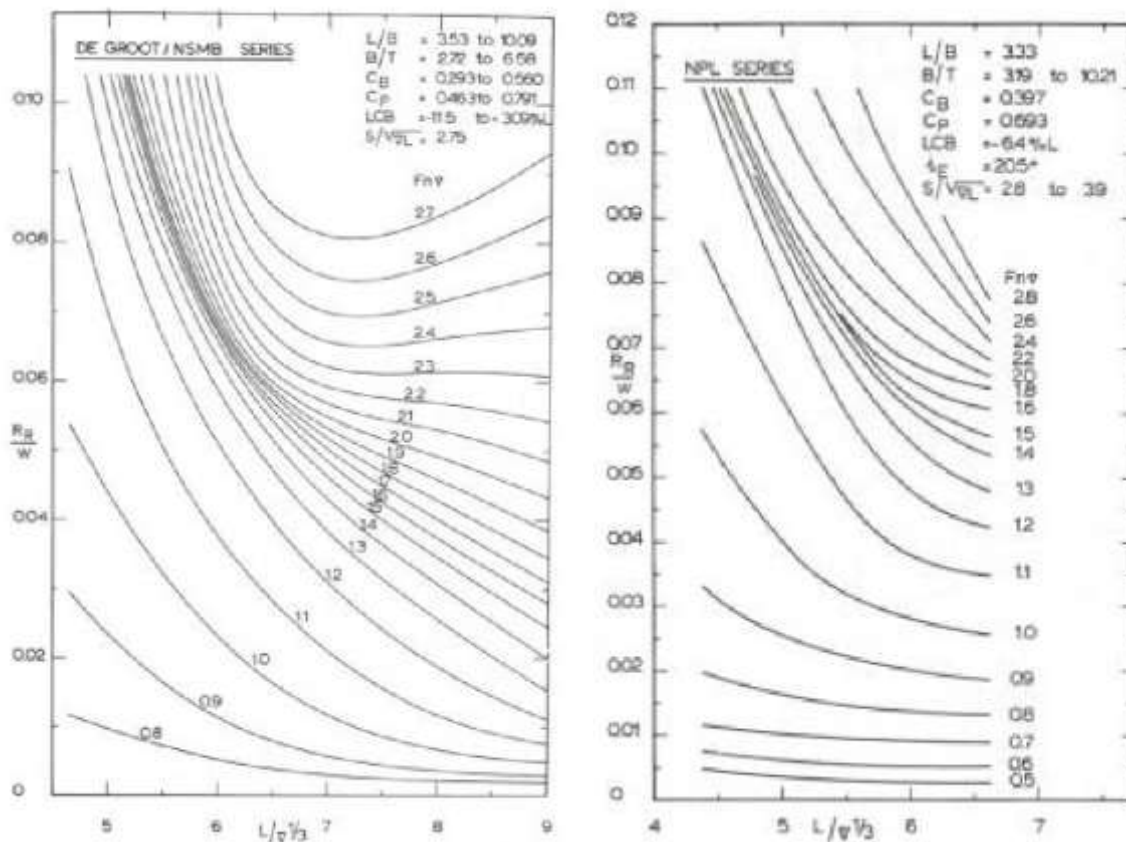
### 3.2. Froude volumétrico

Otra relación importante es el número de Froude volumétrico definido como  $V / \sqrt{g \cdot \nabla^{1/3}}$ .

En nuestro caso el valor aproximado de esta relación es de 1,1.

De esta relación existen numerosas gráficas con las que podemos ver su influencia en la resistencia, salidas de las diferentes series sistemáticas como De Groot, Nordstrom, las series 63 y 64, SSPA y NPL.

Se presentan aquí solo dos gráficas de ellas para ver su influencia.

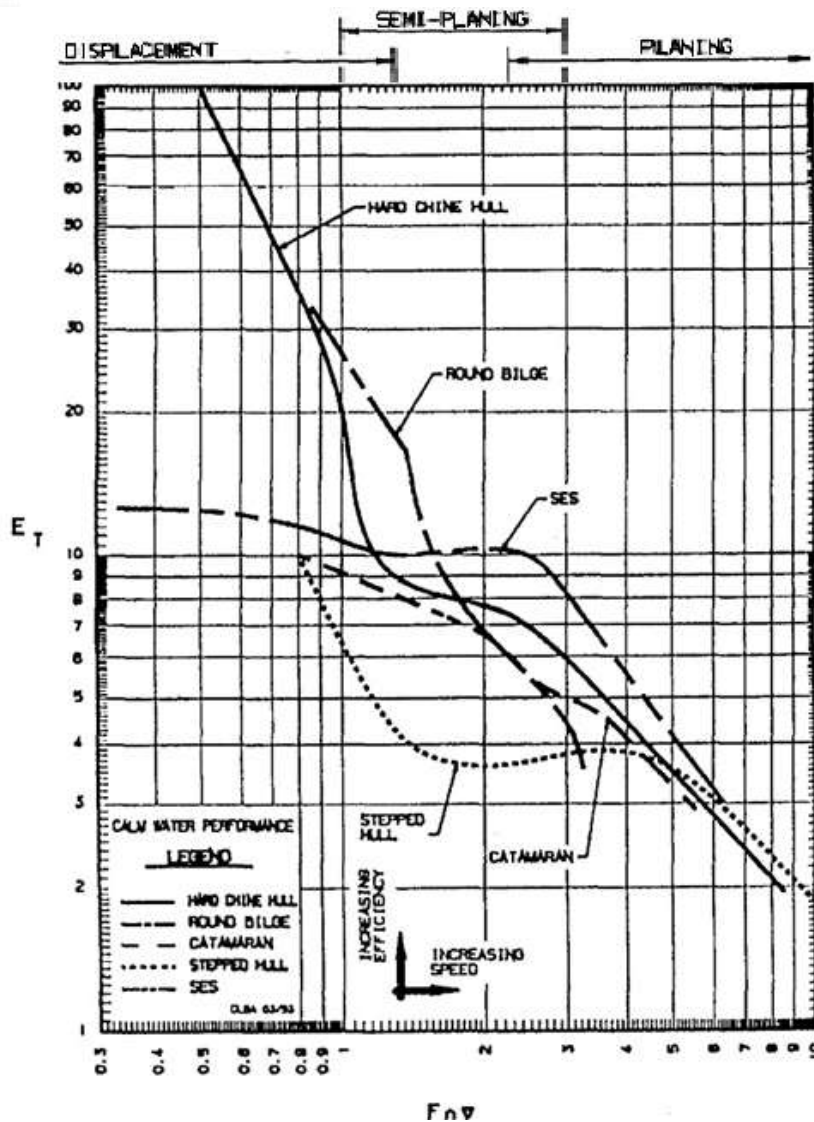


Gráfica 5. Resistencia al avance obtenidas de series sistematicas.

Con lo que vemos que esta relación es asimismo de gran importancia para nuestra embarcación.

En la referencia [10] se da un número de Froude volumétrico máximo de operación de 2,5 aproximadamente.

También existe una relación entre la eficiencia del transporte y el número de Froude volumétrico que nos confirma que las mejores formas para esta embarcación son las redondeadas, como se puede ver en la siguiente gráfica. [18]



Gráfica 6. Relación entre la eficiencia del transporte y el Nº Froude volumétrico. Fuente [18]

Siendo  $E_T = \frac{\eta_D}{(R/W)}$ ;  $\eta_D$  es el rendimiento propulsivo y  $(R/W)$  la relación resistencia/peso.

De esta manera dentro de las dimensiones principales calculadas se tendrá especial cuidado con estas relaciones de vital importancia en nuestra embarcación, tratando de que las formas definitivas tengan los mejores valores de estas relaciones.

## 4. Formas de proa

---

En general, en la zona de proa, para embarcaciones con números de Froude mayores a 0,4 se aconseja que la flotación tenga formas rectas o ligeramente convexas. [5]

### 4.1. Ángulo de entrada

---

El ángulo de entrada tiene una relación directa con el coeficiente prismático, ya que este ángulo inicial para el flujo determina como se va llenando la embarcación hacia la popa. Especialmente en embarcaciones de popas llenas es determinante para dicho coeficiente, ya que la popa prácticamente no se afina.

Existe una relación entre el coeficiente prismático y el ángulo de entrada, esto es  $C_p = 0.75$  o  $0.8$  siendo el ángulo de entrada de  $21^\circ$  a  $33^\circ$  para el primero y de  $33^\circ$  para el segundo coeficiente. [3]

Existe una fórmula para el ángulo máximo, que calcularemos posteriormente ya que aún no disponemos de todos los datos necesarios: [11]

$$\alpha = 125,67 \frac{B}{L_{pp}} - 162,25 \cdot C_p^2 + 234,32 \cdot C_p^3 + 0,151 \cdot [X_{cc} \cdot 6,8 \cdot \frac{T_{po} - T_{pr}}{T}]^3$$

Siendo  $X_{cc}$  la posición del centro de carena en relación a la eslora.

La proa deberá tener abanico para que el comportamiento en la mar sea lo mejor posible, debe abrirse la proa al subir en altura para que no embarque agua en olas siendo la altura la mínima posible para el ahorro de material sin perder de vista la resistencia del mismo, ya que al abrirse demasiado las cargas pueden llegar a ser excesivas.

## 5. Formas de popa

---

Como ya se ha dicho, las formas adoptadas han de ser con una popa de espejo, forzando una separación clara y limpia del flujo de agua en este punto, evitando presiones negativas e incluso consiguiendo mayor eslora virtual sin coste en cuanto a superficie mojada. Los longitudinales deben ser prácticamente rectos en esta zona, evitando las formas convexas típicas de las embarcaciones de desplazamiento, para no causar desprendimientos antes de que el flujo de agua salga por el espejo. Asimismo los longitudinales rectilíneos deben tener ***“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”***

*Proyecto 082/ Cuaderno 3*



suaves pendientes que permitan un flujo recto ascendente desde la sección máxima [8]. El ángulo de salida de la flotación debe ser menor a 20° para evitar la separación del flujo. [5]

La popa debe ser llena para contrarrestar el hundimiento de la misma en el seno de la ola formada por la embarcación ya que en estos números de Froude el seno queda próximo a la popa, lo que daría un trimado excesivo y un aumento considerable de la resistencia al avance, la embarcación debe tener una posición de navegación cómoda. [4]

Asimismo este ensanchamiento favorece la estabilidad, cosa de gran importancia en este tipo de embarcaciones.

### 5.1. Espejo

A bajas velocidades el espejo queda mojado causando torbellinos y aumentando la resistencia, al aumentar la velocidad el flujo se separa nítidamente y el espejo queda totalmente seco, generándose una región de bajas presiones aguas abajo.

Un inconveniente de los espejos mangudos y sumergidos es que obligan a que el eje del propulsor tenga mayor inclinación que en las embarcaciones de desplazamiento.

Existe una relación del área del espejo/área de la maestra, respecto al número de Froude para la mínima resistencia: [8]

$$A_T/A_M = -0,0857 + 0,3967 * Fn + 0,1061 * Fn^2$$

En nuestro caso esta relación esta próxima a 0,14.

Para que el espejo esté seco se debe cumplir [5]:

$$\frac{V}{\sqrt{g \cdot T_e}} > 4$$

De esta manera, el calado máximo para mantener el espejo seco a la velocidad de proyecto es:

$$T_e = \frac{V^2}{g \cdot F_{nT}^2} = 0,17 \text{ m}$$

En otras publicaciones se dan valores de entre 2,5 a 3 de esta relación [6].

## 6. Coeficientes de formas

---

Los coeficientes de formas nos ayudarán a seguir concretando nuestras formas, estos están principalmente relacionados con aspectos hidrodinámicos.

### 6.1. Coeficiente de bloque

---

Aunque no es un coeficiente puramente hidrodinámico es el resultado de dos que si tienen un valor hidrodinámico, el coeficiente prismático y el de la maestra. Es raro en embarcaciones rápidas valores de este coeficiente mayores de 0,5. [8]

El coeficiente de bloque, en el dimensionamiento, tiene un valor realmente bajo, esto es debido, principalmente, al bajo coeficiente de la maestra que tiene la embarcación, justificado por el quillote más abajo.

### 6.2. Coeficiente prismático

---

Este coeficiente es de gran importancia en la distribución longitudinal del desplazamiento a lo largo del buque. Sus valores óptimos aumentan con la velocidad del proyecto, desde 0,58 hasta 0,7 las más rápidas, aumentando más rápido a velocidades bajas. Fung da la siguiente fórmula de resistencia mínima al avance en aguas tranquilas: [8]

$$C_p = 0,5687 + 0,1538 \cdot Fn - 0,0701 \cdot Fn^2$$

Con la que para nuestro número de Froude aproximado de 0,5, tenemos un coeficiente prismático de 0,63.

Sin embargo Fyson [1] considera que el coeficiente prismático mínimo debe ser de 0,65, estando alrededor de 0,7, para conseguir un buen compromiso entre unas formas de proa suficientemente afinadas y un volumen adecuadamente repartido para que la embarcación no trime en exceso.

### 6.3. Coeficiente de la maestra

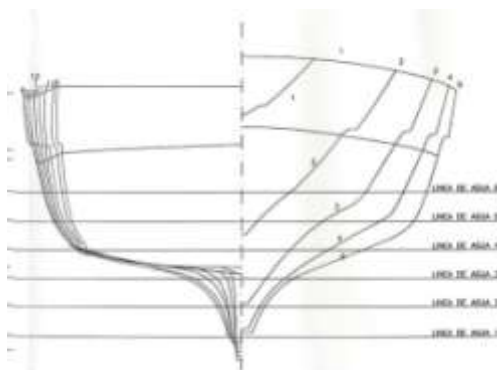
Debe ser suficiente para una distribución razonable de la maquinaria y de los equipos a bordo, y ser lo más bajo posible para conseguir unos longitudinales rectos con poca pendiente que faciliten el flujo de salida del agua. Valores excesivos aumentan la resistencia de la embarcación. [8]

En [12] se considera que el mínimo para este valor es de 0,67.

### 6.4. Conclusiones

Para analizar algunas embarcaciones con quillote, podemos calcular coeficientes de la maestra. Este coeficiente es fácil de calcular con la caja de cuadernas, o aproximarlo incluso con una imagen de la embarcación.

Así calculando el coeficiente de la maestra de una embarcación, cuyo plano de formas se aproxima al necesario para este proyecto, tenemos un coeficiente de la maestra de 0,313.



**Ilustración 5. Caja de cuadernas Asfibe. Fuente: facilitada por el Tutor**

Siendo  $Cb = Cp \cdot Cm$ , si consideramos que el coeficiente de la maestra está en el entorno de 0,7, el máximo de los considerados; tenemos un coeficiente de bloque de 0,22; vemos que es fácil llegar a coeficientes de bloque bajos en embarcaciones con quillote a lo largo de toda la eslora.

## 7. Centro de flotación

En este tipo de embarcaciones el centro de flotación se sitúa a popa de la sección media.

Teniendo que ser las flotaciones rectas con entradas suaves, obliga, cuando las velocidades de proyecto son elevadas, a cuerpos de proa largos con lo que las secciones maestras se suelen situar a popa de la sección media. Lo que da espejos más mangudos para evitar cambios bruscos indeseables en el cuerpo de salida de la flotación. [8]

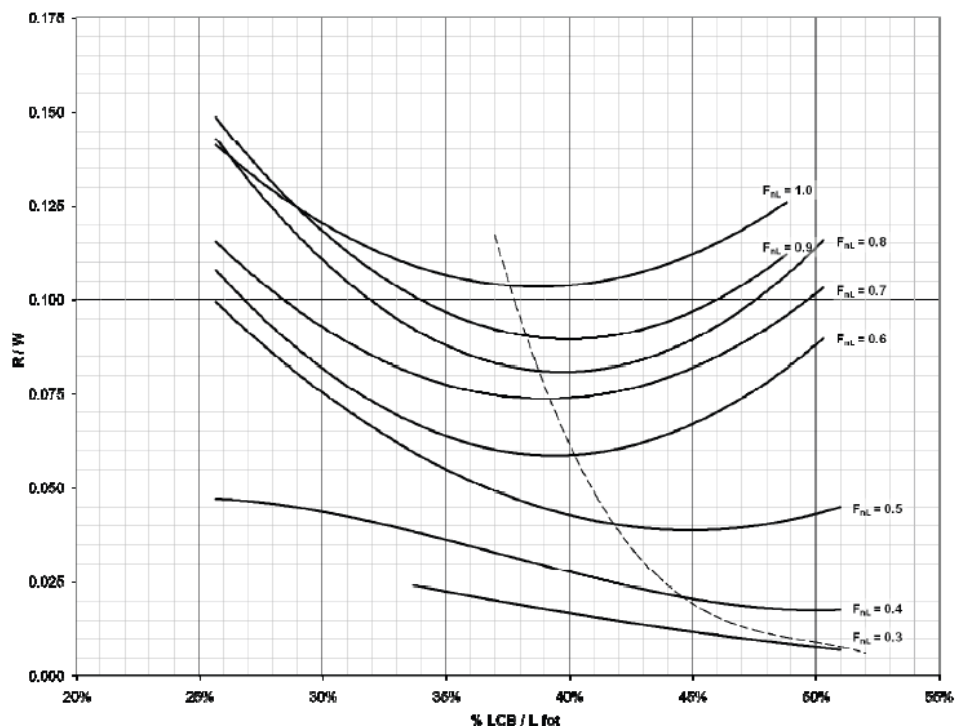
El centro de gravedad se situará a popa de la sección media, para la mínima resistencia en aguas tranquilas y respecto a la eslora entre perpendiculares, tenemos: [8]

$$Lcb = -2,2189 + 12,3505 * Fn - 5,4048 * Fn^2$$

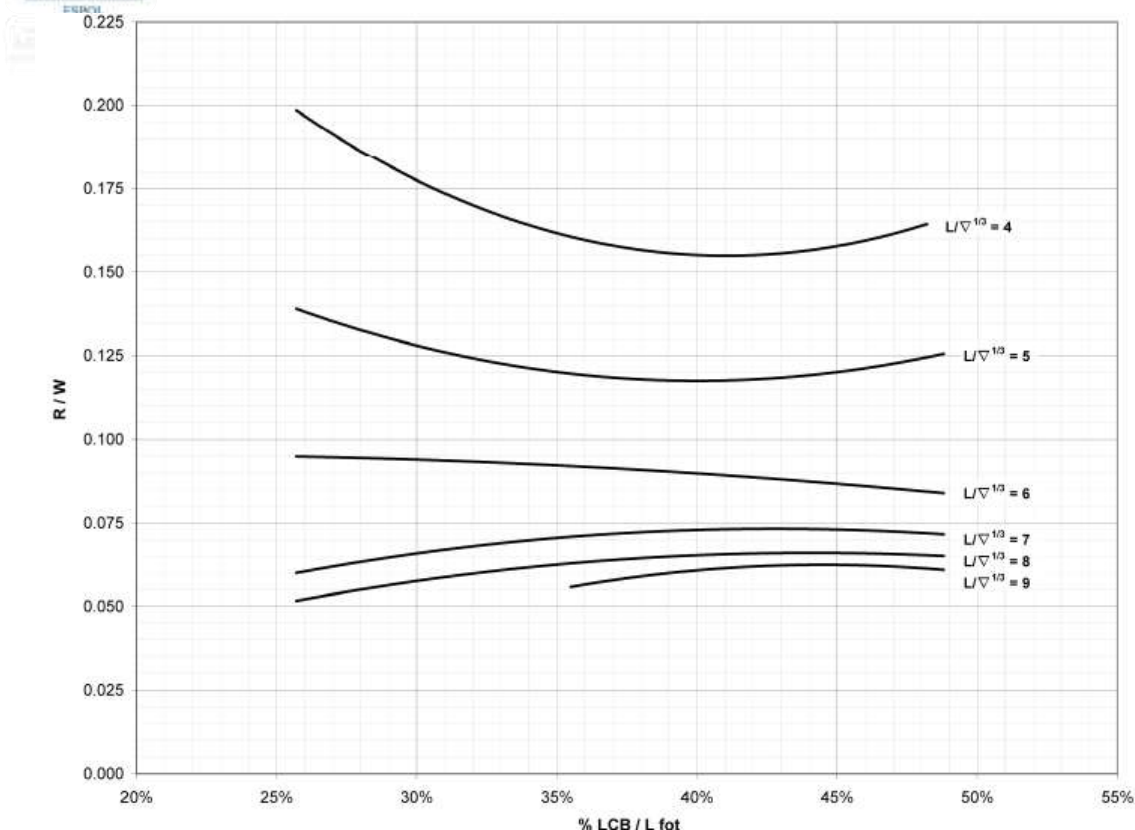
Lo que con un  $Fn$  de 0,5 nos da un porcentaje a la sección media de 2,6%.

En [5] vemos un rango aproximado para este valor, de entre 0 y 2%.

Otros autores [9] consideran, como vemos en las gráficas siguientes, porcentajes diferentes.



Gráfica 7. Posición del centro de flotación- Froude



**Gráfica 8. Posición del centro de flotación - esbeltez**

Esta última gráfica está hecha para un  $F_n$  de 0,6 pero es indicativa de la variación del punto óptimo del centro de flotación con la relación de esbeltez para conseguir la menor resistencia al avance.

## 8. Quillote

El quillote en esta embarcación es especialmente importante por la mala mar que se puede encontrar en sus mareas, el quillote da gran estabilidad de rumbo, mejorando el comportamiento en la mar y también protege la hélice y el timón ante las varadas.

Analizamos aquí algunas de las características del quillote y justificamos su incorporación al proyecto.

Hemos visto que las mejores formas para este proyecto son redondas, pero estas pueden adolecer de escasas áreas de deriva, el quillote central proporciona una mayor área de deriva, compensando su falta y dando gran estabilidad de rumbo, aunque se aumenta algo su superficie mojada. [4]; [8]; [6]

Las dimensiones del quillote deberán llegar a una solución de compromiso entre la estabilidad de rumbo y un buen círculo de evolución, ya que este se ve afectado por su incorporación.

La estabilidad de rumbo en estas embarcaciones es tremendamente importante, sobre todo en mala mar, debido a su tendencia al “broaching” o zozobra repentina. [4]

Así mismo es de gran importancia la protección de la hélice y del timón, además de por las posibles varadas involuntarias, porque en muchas caletas las embarcaciones se varan habitualmente. [6]

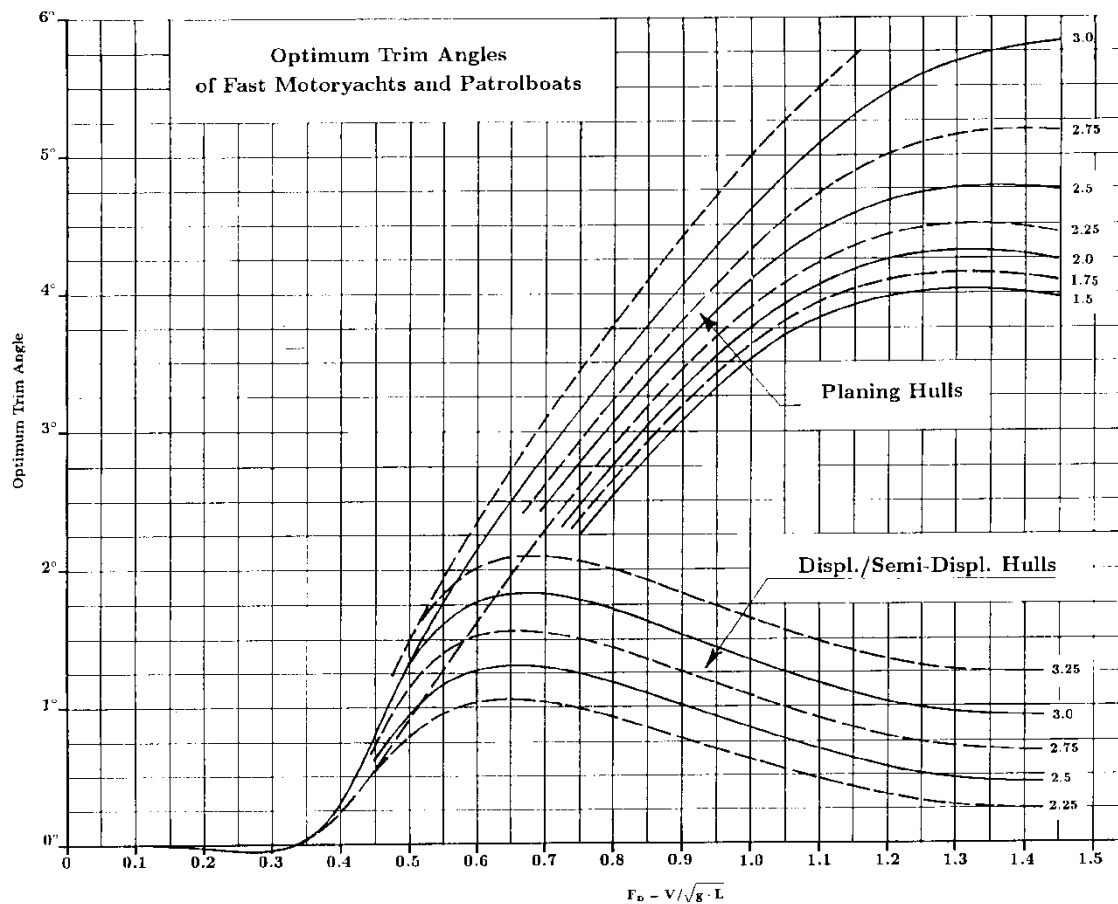
## 9. Trimado dinámico

---

Como ya se ha explicado con anterioridad las embarcaciones a las velocidades de semidesplazamiento tienden a trimarse hundiendo la popa en el seno de la ola creada por ellas mismas. El trimado excesivo conlleva un rápido incremento de la resistencia al avance, por ello es muy importante su control, existen unos ángulos óptimos de trimado dinámico.

Estos ángulos óptimos quedan reflejados en la siguiente gráfica, realizada con diseños antiguos, aconsejándose en la actualidad disminuirlos en un 30%. Las gráficas varían con el parámetro  $\nabla^{2/3}/B \cdot T$ . [2]





**Gráfica 9. Ángulos de trimado-  $\nabla^{2/3}/B \cdot T$  – Froude. Fuente: [2]**

Para su control hay diferentes posibilidades: flaps, tanto estáticos como dinámicos, interceptores, también dinámicos o estáticos, o las cuñas.

Con estos dispositivos se mejora el desprendimiento del flujo en la popa, se mejora la resistencia al avance y además el hundimiento de la popa. [2]

Dado el tipo de proyecto de que se trata se considera que los elementos dinámicos no son convenientes por el coste, tanto de instalación como de mantenimiento, así como por la falta de casas distribuidoras y la dificultad de encontrar personal capacitado en su instalación y posterior mantenimiento.

Además de estos elementos añadidos a la embarcación también existen diseños que incorporan desde su origen pequeñas concavidades en la zona baja del codaste para reducir los trimados dinámicos. [8]

Se incorporará esta alternativa a las formas de la embarcación, ya que es la más barata si no se hacen muy complejas las formas, no necesita mantenimiento, y porque en cualquier caso la disposición de cuñas deflectoras o de “flaps” regulables se puede realizar a posteriori después de conocer en pruebas de mar el comportamiento real de la embarcación. [8]

## 10. Estabilidad dinámica

---

Al aumentar la velocidad de la embarcación cambia el campo de presiones que actúa sobre la obra viva, produciéndose una pérdida efectiva de altura metacéntrica transversal. [8]

Aunque en la actualidad no existen criterios específicos claros para evaluar la estabilidad dinámica [8], se pueden tener en cuenta los siguientes puntos para mejorarla [4]:

Se ha de procurar que el centro de gravedad del área de deriva esté a popa del centro de gravedad de la lancha.

En mares de través puede haber problemas cuando las quillas sean demasiado redondeadas y permitan el flujo cruzado entre las dos bandas de la embarcación que origina fuertes fuerzas transversales.

Cuando resulten necesarios, se deben diseñar quillotes centrales del tamaño justo para conseguir una solución de equilibrio entre la capacidad de evolución y la estabilidad de rumbo de la embarcación.

## 11. Obtención de formas

---

Para obtener las formas de la embarcación existen tres posibilidades: [5]

- Diseño de un proyecto de formas completo a partir de los principios de resistencia al avance y lo estudiado más arriba.  
Esta posibilidad es larga, complicada, tediosa y de difícil y costosa realización. Es muy extraño este método en oficinas de proyecto, se hace con regularidad solo en los canales de experiencias.
- Estudio de las series sistemáticas, viendo si hay alguna adecuada al proyecto por sus características.

- Tomar unas formas de una embarcación relativamente similar y readaptarlas al proyecto propio.

Se opta aquí por la última opción, ya que la primera queda descartada por estar fuera del objetivo de este proyecto, y de la segunda se estudian las posibilidades, no encontrando una serie suficientemente próxima a lo exigido para este proyecto.

Principalmente se han descartado las series sistemáticas por no existir ninguna con quillote central a lo largo de toda la eslora.

La única que tiene quillote es la SSPA y es reducido, únicamente está en la popa, respecto a embarcaciones similares, las formas son mucho más llenas de lo necesario aquí con un  $C_b$  de 0,4 constante y una relación de esbeltez mínima de 6.

De esta manera se nos ha facilitado, gracias a Asfibe, y al Tutor, unas formas próximas a las pretendidas, a las que es necesario realizar una serie de cambios.

Listamos aquí lo que deben cumplir las formas, ya considerado arriba:

- Relación de esbeltez muy cuidada, de un mínimo aproximado de 5, este valor se da para una relación de velocidad/eslora de 2 a 2,5. [1]
- El Número de Froude volumétrico máximo debe de ser de 2,5.
- Formas redondas. O con pantoque vivo en popa o en proa.
- Formas de la flotación en proa rectas o ligeramente convexas, y finas.
- Debe tener un fuerte abanico, abriéndose la proa al subir en altura, para mejorar el comportamiento.
- Popa con longitudinales rectos, subiendo hacia la popa, ángulo de salida máximo de 20°.
- Espejo de 0,17 m de calado máximo, y una relación de áreas próxima a 0,14.
- $C_b$  menor a 0,5.
- $C_p$  con un posible óptimo en 0,63 y 0,7 como máximo.
- $C_m$  estará entre 0,3 y 0,67 aproximadamente.
- Centro de flotación de 0 a 2,6% a popa, respecto a la sección media. Con un posible óptimo entre un 40 y un 45% respecto a la eslora de flotación.
- Dispondrá de quillote central.

## 11.1. Proceso

Las formas se digitalizan a partir de escanear el plano de formas facilitado por Asfibe. Con Rhinoceros se generan las superficies y se guardan los puntos del plano original.

Estas formas se pasan a Maxsurf ajustándolas a los puntos originales y realizando un alisamiento preliminar.

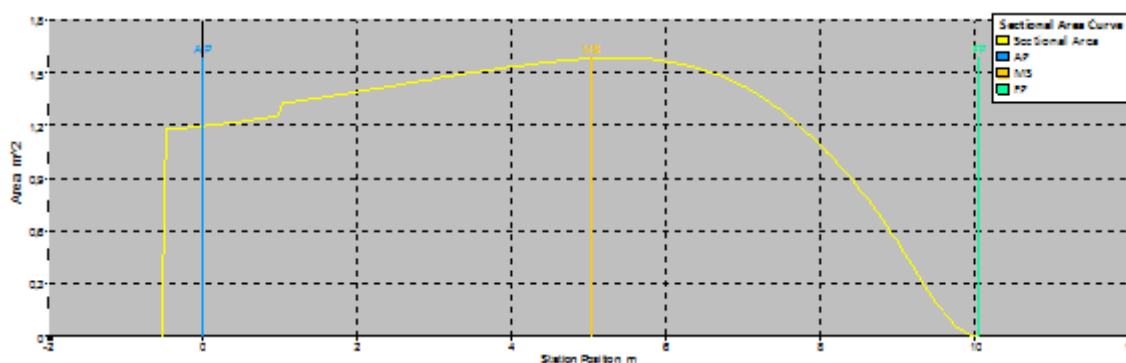
A partir de ahí, se dan a la embarcación las dimensiones principales del dimensionamiento.

Siendo la primera aproximación como sigue, algo deformada tras las transformaciones:

Características principales	
Desplazamiento	13,447 t
Calado máximo	1,2 m
Lwl	10,599 m
Bwl	3,311 m
Cp	0,781
Cb	0,312
Cm	0,4
LCB	39,82%
Semiángulo de entrada	33,48º
Área de espejo	1,172 m <sup>2</sup>
Calado del espejo	0,471 m
Área de cuaderna máxima	1,583 m <sup>2</sup>

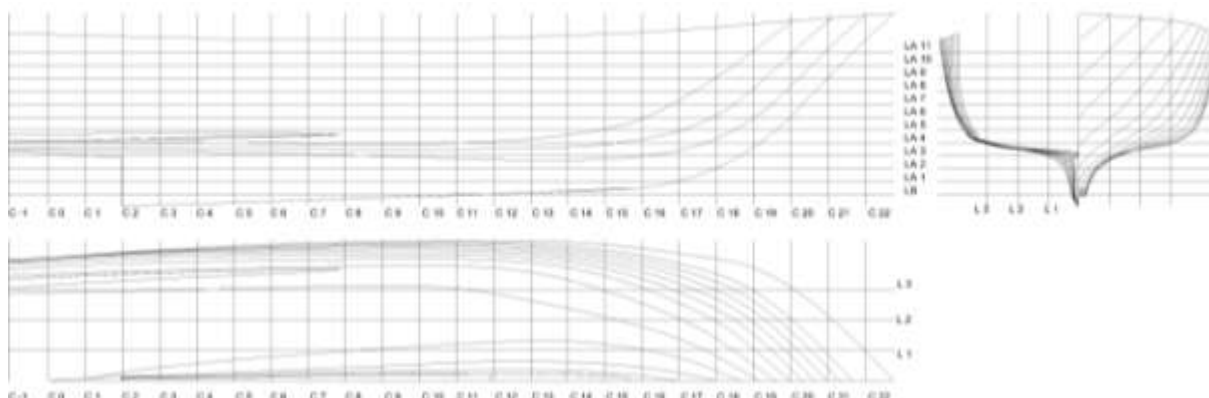
**Tabla 1. Características principales de la embarcación diseño 1**

La curva de áreas de esta embarcación se representa en la siguiente figura:



**Ilustración 6. Curva de áreas diseño1**

Siendo el plano de formas:



**Ilustración 7. Plano de formas diseño 1**

Una vez con una embarcación cuyas dimensiones principales cumplen, aproximadamente, lo estipulado en el dimensionamiento, se procede a la modificación de las formas para aproximarnos a lo exigido a las formas.

Para ello hay que modificar principalmente el espejo y el ángulo de entrada.

Así se procede reduciendo el espejo, dejándolo muy próximo a los valores exigidos, con un calado ligeramente menor a 0,17 m y dejando unos longitudinales rectos con una ligera pendiente subiendo hacia la popa.

También se afina la proa ya que el ángulo de entrada en la flotación de la embarcación original es excesivo.

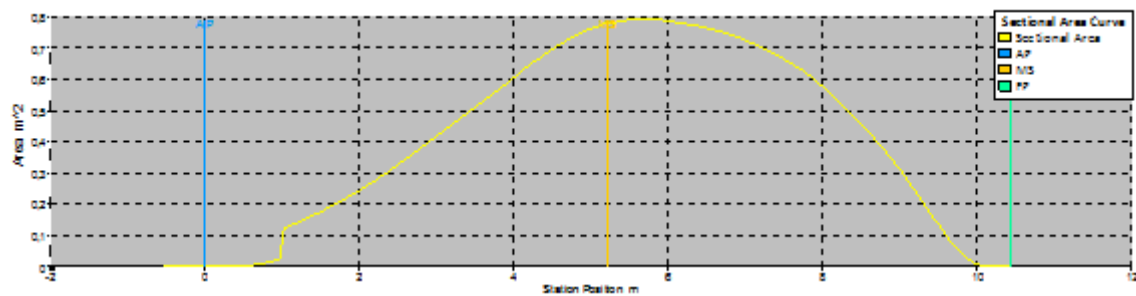
Características principales	
Desplazamiento	10,671 t
Calado máximo	1,198 m
Lwl	10,98 m
Bwl	3,195 m
Cp	0,629
Cb	0,248
Cm	0,452
LCB	46,34%
Semiángulo de entrada	31,24º
Área de espejo	0,262 m <sup>2</sup>
Calado del espejo	0,165 m
Área de cuaderna máxima	1,507 m <sup>2</sup>

**Tabla 2. Características de la embarcación diseño 2**

***“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”***

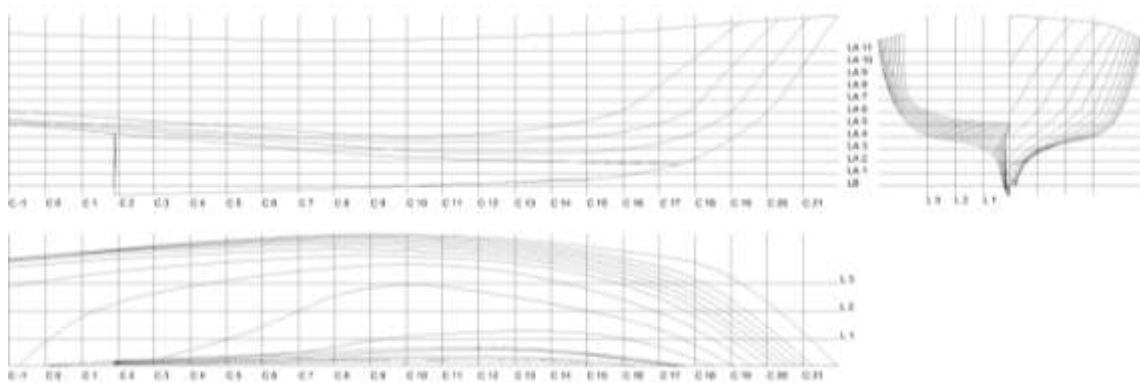
*Proyecto 082/ Cuaderno 3*

La curva de áreas de esta embarcación se representa en la siguiente figura:



**Ilustración 8. Curva de áreas diseño 2**

Siendo el plano de formas:



**Ilustración 9. Plano de formas diseño 2**

Se procede a una distribución de volúmenes más acorde a lo estipulado, por consejo del Tutor.

Reduciendo aún más el ángulo de entrada y ajustando valores. Quedando como sigue:

Características principales	
Desplazamiento	10,98 m
Calado máximo	1,198 m
Lwl	10,98 m
Bwl	3,219 m
Cp	0,652
Cb	0,253
Cm	0,442
LCB	43,94%
Semiángulo de entrada	28,8º
Área de espejo	0,31 m <sup>2</sup>
Calado del espejo	0,165 m
Área de cuaderna máxima	1,495 m <sup>2</sup>

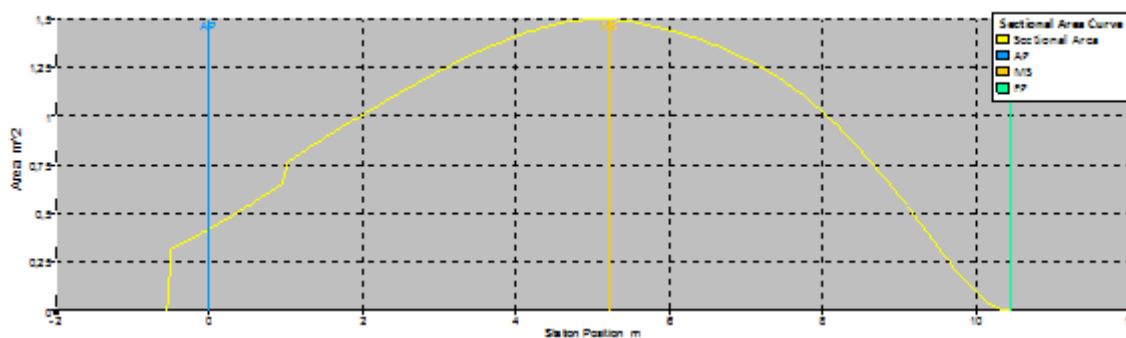
**Tabla 3. Características de la embarcación diseño 3**

***“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”***

*Proyecto 082/ Cuaderno 3*

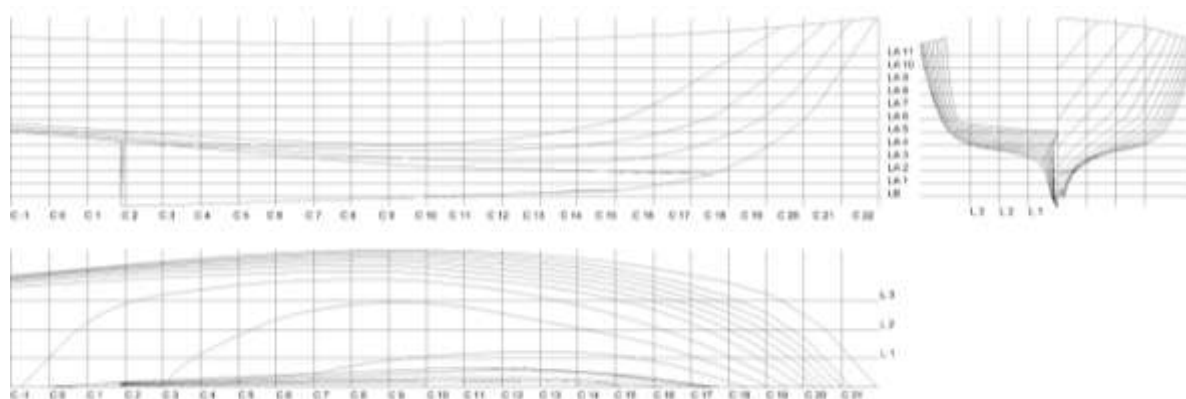


La curva de áreas de esta embarcación se representa en la siguiente figura:



**Ilustración 10. Curva de áreas diseño 3**

Siendo el plano de formas:



**Ilustración 11. Plano de formas diseño 3**

Una vez con estas modificaciones realizadas, se aconsejan otras modificaciones por parte del Tutor:

En la zona de proa:

- Lanzamiento en línea recta por facilidad de construcción y el ahorro que ello conlleva.
- Reducción del ángulo de entrada, dejando asimismo líneas de flotación casi rectas en la zona de proa, para mejorar la resistencia por formación de olas, tremendamente importante en este tipo de embarcaciones.
- Abanico más abierto para no embarcar agua en olas.
-

En cuanto a la curva de áreas:

- Zona de proa de la curva más plana, reduciendo apreciablemente el shoulder que presenta el primer tercio de la eslora.
- Conseguir mayor volumen en la zona justo a popa de la sección media, redondeando la curva de áreas en la zona de popa.

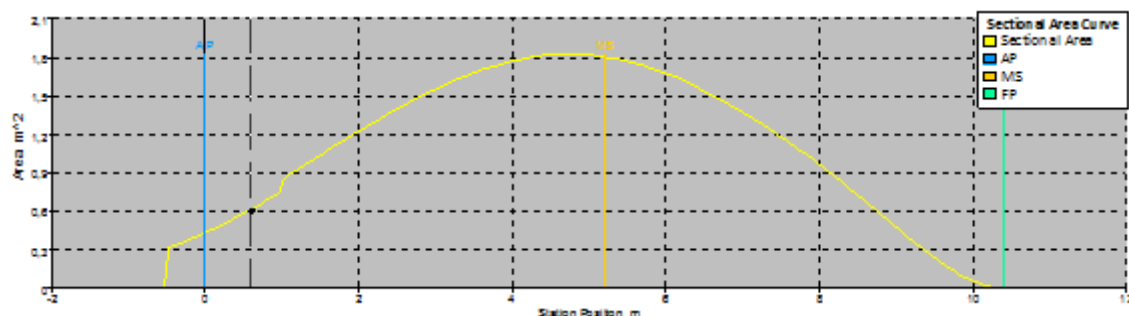
Consiguiendo una distribución más a popa del volumen.

Así se sigue realizando un reparto de volúmenes más acorde y se afina más la proa dejando las líneas de agua casi rectas, se hace una aproximación al desplazamiento exigido, acercándonos, también, a los coeficientes de forma necesarios.

Características principales	
Desplazamiento	12,46 m
Calado máximo	1,198 m
Lwl	10,965 m
Bwl	3,347 m
Cp	0,607
Cb	0,276
Cm	0,509
LCB	42,31%
Semiángulo de entrada	22,54º
Área de espejo	0,308 m <sup>2</sup>
Calado del espejo	0,165 m
Área de cuaderna máxima	1,824 m <sup>2</sup>

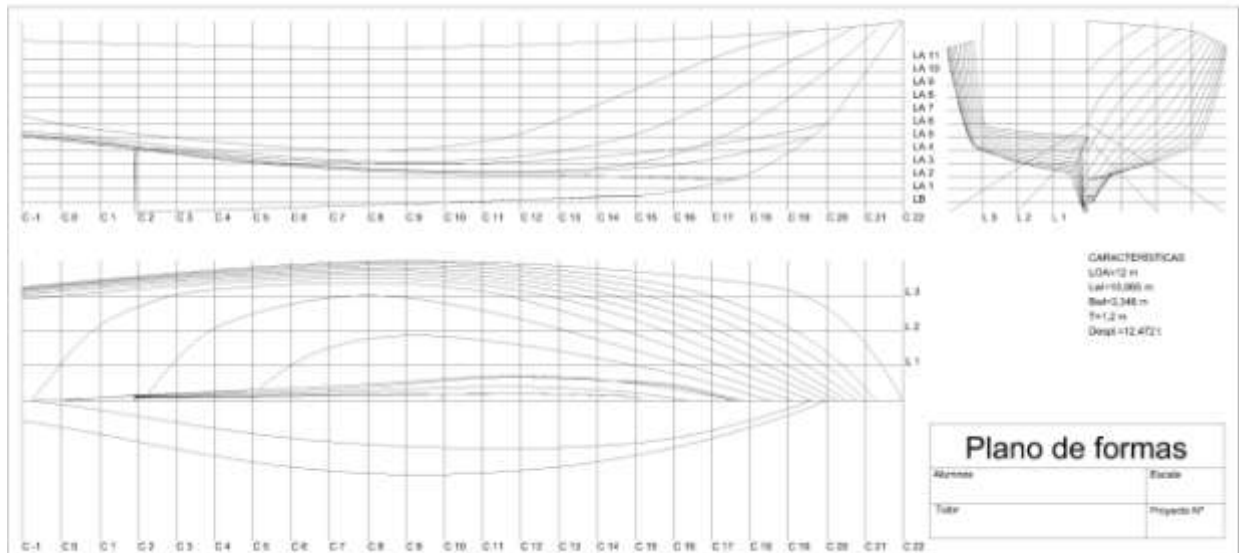
**Tabla 4. Características de la embarcación diseño final**

La curva de áreas de esta embarcación se representa en la siguiente figura:



**Ilustración 12. Curva de áreas diseño final**

Siendo el plano de formas:



**Ilustración 13. Plano de formas diseño final**

Se anexa al final de este documento a mayor escala.

## 11.2. Análisis de las formas

Vemos como los objetivos al modificar las formas han sido conseguidos:

- Se dispone un lanzamiento recto, reduciendo costes.
- Las líneas de proa son finas, casi rectas y ligeramente convexas.
- El abanico de proa ha resultado el adecuado para conseguir un buen comportamiento con mar de proa.
- El reparto de volúmenes se ha mejorado, y el shoulder ha desaparecido.

Comparando cuantitativamente las formas obtenidas con los datos teóricos de partida vemos las desviaciones.

En esta embarcación tenemos un número de Froude de 0,5; y una relación velocidad/eslora de 1,67.

En la embarcación la relación de esbeltez es de:

$$L/\nabla^{1/3} = 10,965 / 12,168^{1/3} = 4,77$$

Como dijimos, el límite mínimo de 5 es para embarcaciones con una relación velocidad/eslora entre 2 y 2,5; estando igualmente muy próximo a él. Además vemos como en la base de datos utilizada para el dimensionamiento este valor no es de estricto cumplimiento, estando la mayoría de las embarcaciones por debajo del 5.

El número de Froude volumétrico tiene un valor de:

$$F_{n\nabla} = V / \sqrt{g \cdot \nabla^{1/3}} = 1,1$$

Muy por debajo del máximo marcado de 2,5.

Las formas de entrada de la flotación son casi rectas, ligeramente convexas siendo el ángulo de entrada de 22,5º, muy por debajo del máximo calculado con la expresión ya expuesta, que es de 33,3º.

La popa tiene los longitudinales casi rectos e incluso con una ligera concavidad en su extremo, como se aconseja para el control del trimado dinámico, visto más arriba; estos longitudinales van subiendo según nos aproximamos a la popa. Además el ángulo de salida en la flotación es de 4º, muy por debajo del máximo de 20º que habíamos visto.

El espejo tiene una altura de 0,165 m por debajo del máximo de 0,17 m y una relación de áreas de 0,17; no muy alejado del óptimo calculado de 0,14.

Analizando los coeficientes de formas de la embarcación, tenemos un coeficiente de bloque de 0,276; próximo a los bajos coeficientes de bloque ya justificados, y muy próximo al calculado en el dimensionamiento, que era de 0,274.

El coeficiente prismático es de 0,61; algo inferior a lo estimado como óptimo pero bueno en este tipo de embarcaciones.

El coeficiente de la maestra es de 0,454; algo más lleno de los calculados arriba, pero suficientemente bajo para no aumentar en exceso la resistencia.

Con los datos de la embarcación, tenemos que el centro de flotación está a una distancia de 0,5725 m de la sección media. Siendo el porcentaje respecto a la eslora entre perpendiculares de 5% medido desde la sección media, y respecto a la eslora de flotación de 47% medido desde el extremo de popa; estos valores son algo mayores de lo considerado inicialmente, e influido por la necesidad de llevar a popa el volumen de la embarcación.

La embarcación dispone de quillote central, como se le exigía, que consigue mayor estabilidad de rumbo y protección contra varadas, protegiendo la hélice y el timón.

## 12. Bibliografía

---

- [1] J. Fyson. "Small fishing boat designs for use in the south pacific region: displacement and médium speed fishing boats". 1975.
- [2] Fritsch, Manfred; Bertram, Volker. "Hydrodynamic Design Aspects for Conventional Fast Ships".
- [3] Ventura, Manuel. "Hull Form. Ship Design I".
- [4] González Álvarez-Campana, José M<sup>a</sup>. "Hidrodinámica de embarcaciones rápidas. Tomo 1"; "Hidrodinámica de embarcaciones rápidas. Tomo 2". Departamento de artes gráficas de la ETSIN.
- [5] Baquero Mayor, Antonio. "Resistencia al Avance del Buque". Departamento de artes gráficas de la ETSIN.
- [6] Perry van Oossanen, Justus Heimann, Juryk Henrichs, Krasten Hochkirch. "MOTOR YATCH HULL FORM DESIGN FOR THE DISPLACEMENT TO SEMI-DISPLACEMENT SPEED RANGE". 10<sup>th</sup> International Conference on Fast Sea Transportation. FAST 2009, Athens, Greece, October 2009.
- [7] Savitsky, Daniel. "ON THE SUBJECT OF HIGH-SPEED MONOHULLS". Greek Section Of the Society Of Naval Architects and Marine Engineers Athens, Greece. 2003.
- [8] José M<sup>a</sup>. Gonzalez Alvarez-Campana. "FORMAS DE CASCOS DE EMBARCACIONES RÁPIDAS". Ministerio de Defensa. CANAL DE EXPERIENCIAS HIDRODINÁMICAS, EL PARDO. 1991.

***"Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador"***  
*Proyecto 082/ Cuaderno 3*

[9] D. L. Blount and J. A. McGrath, Donald L. Blount and Associates, Inc. USA. "RESISTENCE CHARACTERISTICS OF SEMI-DISPLACEMENT MEGA YACHT HULL FORMS". Trans RINA, Vol 151, Part B2, Intl J. Small Craft Tech, 2009 Jul-Dec.

[10] Edward V. Lewis, Editor. "Principles of Naval Architecture. Volume II. Resistance, Propulsion and Vibration". The Society of Naval Architects and Marine Engineers. 1998.

[11] García Espinosa, Julio. "El Proyecto del Buque". UPC. <http://e-md.upc.edu/diposit/material/23145/23145.pdf>

[12] Pérez Rojas. "Hidrostática y estabilidad". Apuntes de la ETSIN.

[13] [http://shannonyachts.com/shannon\\_srd\\_technology.html](http://shannonyachts.com/shannon_srd_technology.html)

[14] [Walter A. Schulz. U.S. Patent. Patent; Nº.: US 6,994,049 B1; date of patent: Feb. 7, 2006.](#)

[15] A. Overa, R. Ravikumar. "PIVOTING ENGINE INSTALATION FOR BEACHLANDING BOATS". BOBP/WP/44. Bay of Bengal Programme. Development of Small-Scale Fisheries. SIDA. FAO.

[16] [http://www.northwestmagazines.com/oregon\\_coast\\_pacific\\_city\\_dory\\_fleet.php](http://www.northwestmagazines.com/oregon_coast_pacific_city_dory_fleet.php)

[17] [http://www.nexusmarine.com/the\\_boats.html](http://www.nexusmarine.com/the_boats.html)

[18] Donald L. Blount. "Achievements with Advanced Craft". NAVAL ENGINEERS JOURNAL. Septiembre 1994.





# “Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”

---

## Cuaderno Nº 4

### Disposición general del buque

#### **Alumnos:**

*Daniel Leante Darricau*  
*Laura Alba García Marugán*

#### **Tutores:**

*José Fernando Núñez Básañez*  
*David Gutiérrez Díaz*

#### **Cotutores en la universidad de acogida (ESPOL):**

*Cristóbal Mariscal*  
*Bolivar Vaca*

## ÍNDICE

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Justificación de la disposición general</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Estudio de disposiciones generales de embarcaciones similares</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Espaciado de cuadernas</b>	<b>8</b>
<b>2.3. Disposición de cubiertas y mamparos</b>	<b>9</b>
2.3.1. Cubierta principal	9
2.3.2. Mamparos de colisión	9
<b>2.1. Disposición de la cámara de máquinas</b>	<b>10</b>
<b>2.2. Disposición de tanques</b>	<b>11</b>
2.2.1. Tanque de combustible 1 (babor)	13
2.2.2. Tanque de combustible 1 (estribor)	13
2.2.1. Vivero	14
2.2.2. Bodega	14
2.2.3. Tanque de combustible 2 (babor)	16
2.2.1. Tanque de combustible 2 (estribor)	16
2.2.2. Pique de proa	17
<b>2.3. Local del servo. Zonas de amarre y fondeo</b>	<b>17</b>
<b>2.4. Habilitación</b>	<b>19</b>
2.4.1. Camarote	19
2.4.2. Cocina	20
2.4.3. Aseo	20
2.4.4. Puente de gobierno	21
<b>3. Plano de la disposición general</b>	<b>22</b>
<b>4. Bibliografía</b>	<b>23</b>

## TABLAS

Tabla 1: Dimensiones orientativas de los espacios de la embarcación. \_\_\_\_\_ 7

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Arcor. (LOA 9,6 m) _____	4
Ilustración 2: Arcor. (LOA 11,95 m) _____	4
Ilustración 3: Mótun h. f. (LOA 8,5 m) _____	5
Ilustración 4: Mótun h. f. (LOA 10 m) _____	5
Ilustración 5: Chapman & Hewitt. (LOA 11,58 m) _____	6
Ilustración 6: Asfibe. _____	6
Ilustración 7: Cubierta. _____	9
Ilustración 8: Mamparos de colisión y de C.M. _____	10
Ilustración 9: Cámara de máquinas. _____	11
Ilustración 10: Disposición de tanques, bodega y vivero. _____	12
Ilustración 11: Tanque de combustible 1. _____	13
Ilustración 12: Vivero _____	14
Ilustración 13: Bodega. _____	15
Ilustración 14: Tanque de combustible 2. _____	16
Ilustración 15: Pique de proa. _____	17
Ilustración 16: Local del servo. _____	18
Ilustración 17: Zona para el equipo de fondeo. _____	18
Ilustración 18: Camarote. _____	20
Ilustración 19: Cocina y aseo. _____	21
Ilustración 20: Puente de gobierno. _____	21

## 1. Introducción

---

El objetivo de este cuadernillo, es definir y estudiar la disposición general de la embarcación. Para ello, nos basaremos en la normativa aplicable (Bureau Veritas) y en las “Directrices de aplicación voluntaria para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros pequeños”. OMI 2005. Así como en disposiciones generales de embarcaciones pesqueras de dimensiones similares y en las preferencias de los pescadores y armadores consultados durante la estancia en Ecuador.

## 2. Justificación de la disposición general

---

Se muestran aquí las disposiciones generales típicas en este tipo de embarcaciones, decidiendo sobre la embarcación en estudio, y detallando los espacios de la embarcación y sus volúmenes.

### 2.1. Estudio de disposiciones generales de embarcaciones similares

---

Se estudian en este apartado las disposiciones generales típicas de este tipo de embarcaciones, decidiendo sobre las posiciones de los diferentes espacios y sus tamaños.

Estas embarcaciones pesqueras tienen una cubierta, estando los espacios principales (bodega, cámara de máquinas y combustible) por debajo de ella, junto con las literas. Y disponiendo comúnmente por encima de la cubierta: el puente, la cocina y el baño.

Los espacios más importantes para decidir la distribución son los que se ubican por debajo de dicha cubierta, serán los que nos impongan más limitaciones ya que por encima de esta, la superestructura necesaria no es demasiado amplia.

Para estudiar algunas de las distribuciones generales más típicas de este tipo de embarcaciones se muestran a continuación algunos esquemas: [2]

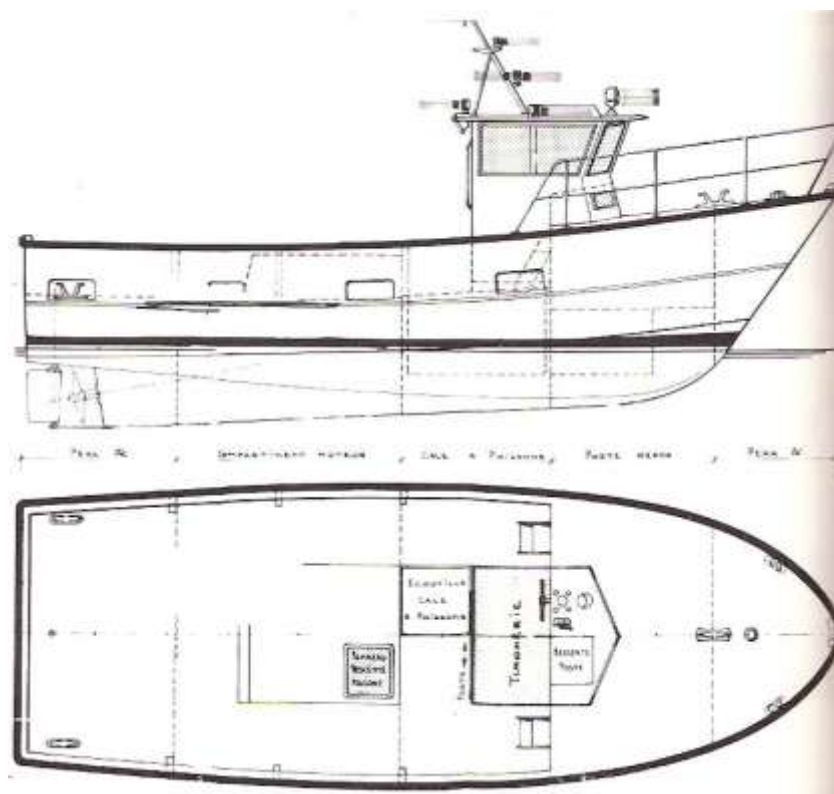


Ilustración 1: Arcor. (LOA 9,6 m)

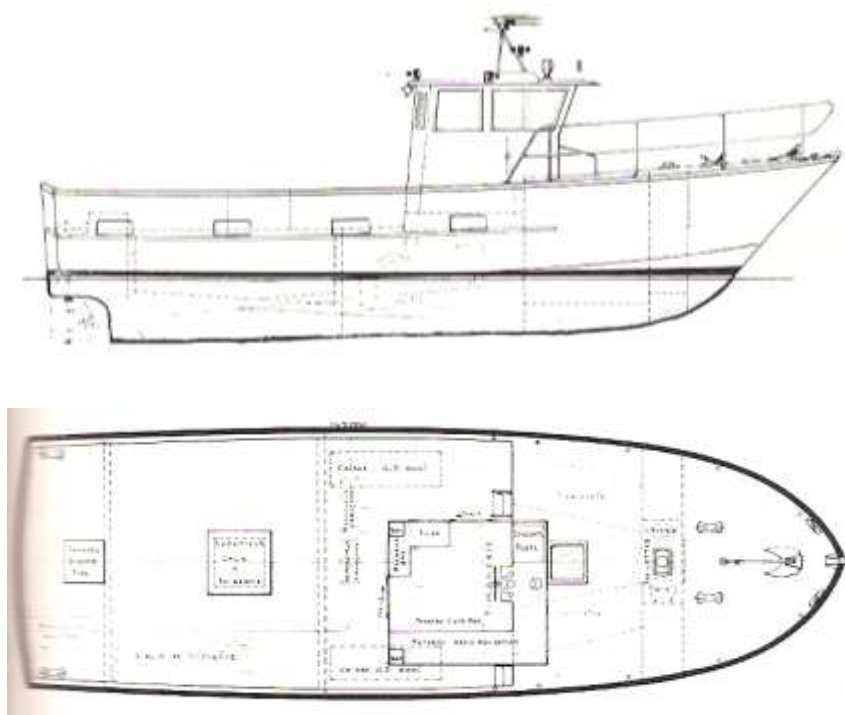
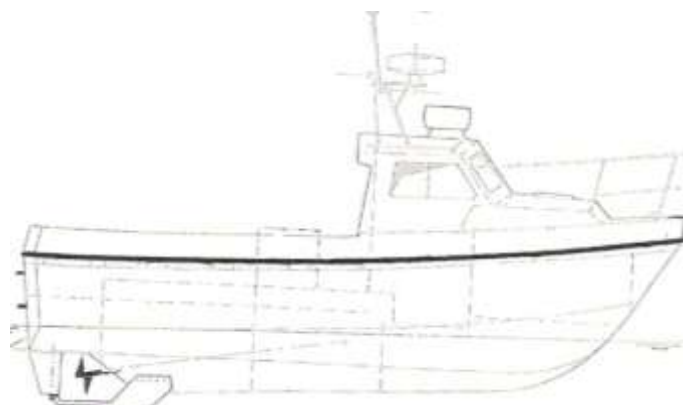
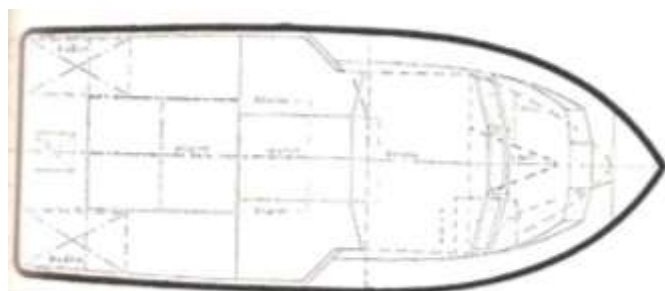
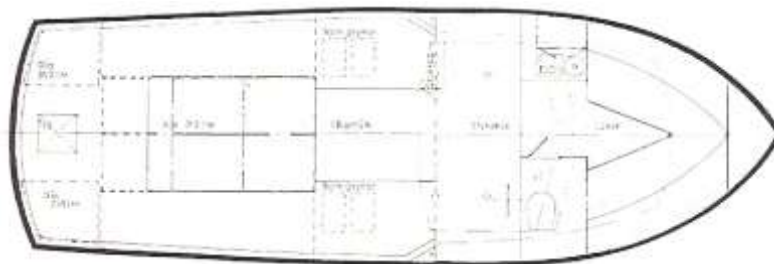


Ilustración 2: Arcor. (LOA 11,95 m)

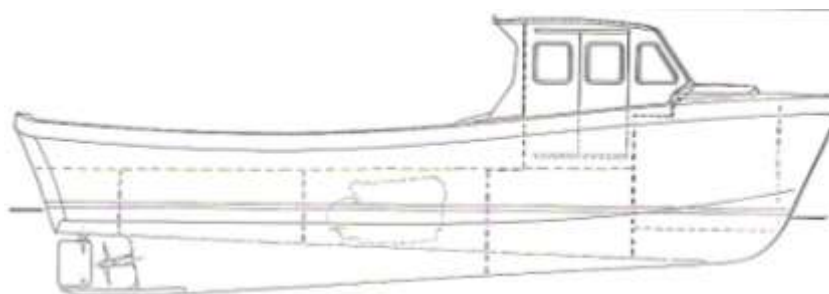


**Ilustración 3: Mótun h. f. (LOA 8,5 m)**

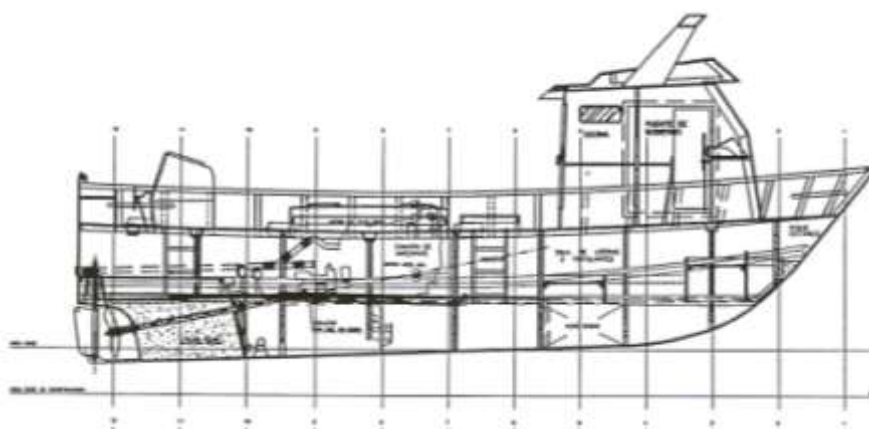


**Ilustración 4: Mótun h. f. (LOA 10 m)**





**Ilustración 5: Chapman & Hewitt. (LOA 11,58 m)**



**Ilustración 6: Asfibe.**

Todas las embarcaciones anteriores tienen la superestructura en la mitad de proa de la embarcación, facilitando las maniobras de pesca en la popa.

Hay diferentes disposiciones de los espacios principales, como la bodega, la cámara de máquinas y el camarote. También hay diferencias en la posición de algunos espacios más secundarios como, los tanques de combustible y los de agua.

Así existen embarcaciones en las que, de popa a proa, primero se dispone la bodega, luego la cámara de máquinas y finalmente el camarote, mientras que otros cambian la posición de la bodega con la de la cámara de máquinas.

Observando las posiciones relativas de los tanques de combustible, existen dos posiciones preferenciales, en unos casos se aprovechan los espacios dejados en los costados de la cámara de máquinas, y en otros se dispone a los lados de la bodega.

Respecto a la posición de los tanques de agua, las posiciones varían, aprovechándose en algunas ocasiones el pique de proa; también se disponen tanques a los lados del servo del timón, en la popa.

Los esquemas arriba presentados y algunos otros fueron introducidos en el software Rhinoceros para calcular las dimensiones de los espacios.

De las medidas anteriores, y como orientación, podemos destacar, por ejemplo que la embarcación construida por Chapman & Hewitt, con una LOA de 11,58 m y un motor Volvo 61A de 306 BHP a 2800 rpm tiene una cámara de máquinas de eslora 2,57 m, con un camarote de 2,04 m de eslora y un espacio guardado al mecanismo del timón de un metro. U otro, construido por Mótun h. f. , también visto arriba, y que con un motor Ford Mermaid de 250 BHP a 2500 rpm, tiene una cámara de máquinas de 1,66 m y un espacio para las literas con eslora de 1,84 m.

Entre los espacios a incluir hay algunos de los cuales cuyo volumen viene dado por las especificaciones, pero otros se han de estudiar, no teniendo volúmenes prefijados, para los espacios más limitantes en este sentido, y a modo descriptivo como orientación, se tienen las siguientes dimensiones:

Barco (Constructor)	Cámara Máquinas			Potencia	Literas	Timón (mecanismo)
	e	p	m		e	e
Asfibe	2,31	1,35	2,04			
Arcor (Loa 9,6 m)	2,64	1,38		200-400hp	1,92	
Arcor (Loa 11,95 m )	2,72	1,35	2,29	250-600hp	1,87	
Chapman & Hewitt	2,57	1,11		306bhp	2,04	1,02
Mótun (Loa 8,5 m)	1,66			250bhp	1,84	
Mótun (Loa 10 m)	1,55	0,98		400bhp	1,83	1,12
MEDIAS	2,24	1,234	2,165		1,9	1,07

**Tabla 1: Dimensiones orientativas de los espacios de la embarcación.**

Se selecciona finalmente una de las distribuciones generales más típicas, disponiendo, de popa a proa, la bodega, añadiendo el vivero, la cámara de máquinas, y finalmente el camarote.

Se comprueba que disponiendo la cámara de máquinas a popa de la bodega, dadas las dimensiones necesarias para cada espacio y con un fondo relativamente plano, el ángulo del eje del motor es excesivamente alto, perdiendo eficiencia.

**“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”**

Proyecto 082/ Cuaderno 4

Asimismo en esta posición el motor está situado más bajo, estando, asimismo su centro de gravedad más bajo. En contra posición hay una mínima pérdida de eficiencia debida a los apoyos necesarios, y el coste de mantenimiento aumenta ligeramente.

Posteriormente, con las formas de la embarcación se incorpora la distribución general seleccionada y se comprueba que los espacios cumplan con las especificaciones.

## 2.2. Espaciado de cuadernas

---

Para determinar la clara entre cuadernas, utilizamos la expresión que propone Bureau Veritas:

$$E = 0,48 + L/400$$

Siendo L, la eslora al calado de escantillonado, que se define, como la distancia medida en el calado máximo de verano entre la roda y la caña del timón, siempre y cuando esta distancia no sea menor del 96% de la eslora total del buque a ese calado.

Al no disponer del valor de esa distancia, utilizaremos la eslora para el calado máximo, 10,965m.

$$E = 0,48 + 10,965/400 = 0,507 \text{ m}$$

Luego la clara entre cuadernas es 0,507 m.

Sin embargo, para el escantillonado de los buques construidos en fibra de vidrio (NR 220 DNC R02 E Sección 11-051 15), el espaciado de cuadernas reglamentario puede ser definido por el Armador siempre que éste aporte datos avalados por la experiencia en buques del mismo tipo o por un procedimiento de cálculo sometido al juicio de la Sociedad.

En nuestro caso, tras analizar la clara entre cuadernas de los buques base de referencia, hemos tomado una distancia entre cuadernas de 0,52 m, a lo largo de toda la eslora, ligeramente superior a la que marca la Sociedad de Clasificación.

## 2.3. Disposición de cubiertas y mamparos

### 2.3.1. Cubierta principal

La cubierta principal se extiende a lo largo de toda la eslora. Se sitúa a una altura de 1,60 m, medida desde el canto bajo de la quilla, desde la popa a la cuaderna 15, a partir de aquí se eleva para dejar espacio al camarote, desde este punto hasta la proa su altura es de 2,4 m.

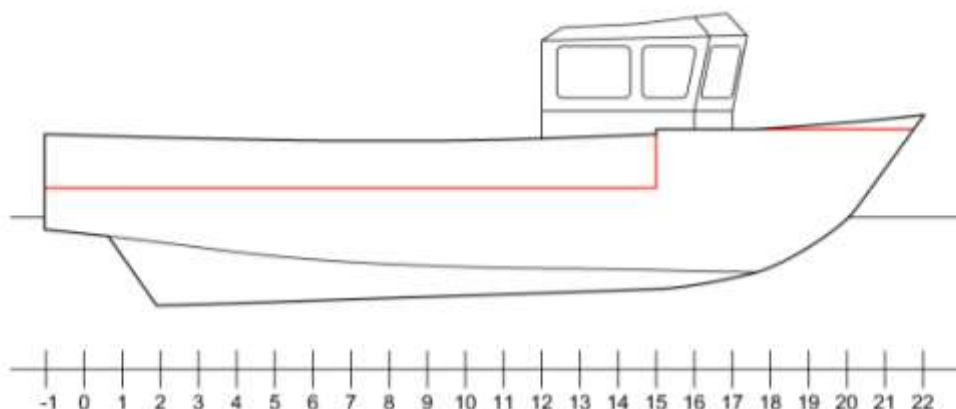


Ilustración 7: Cubierta.

### 2.3.2. Mamparos de colisión

Los mamparos mínimos de compartimentación que se han de disponer, para buques de menos de 65 m de eslora, según lo reglamentado por la Sociedad de Clasificación, son:

- Mamparo de colisión o de pique de proa.
- Mamparo del pique de popa.
- Un mamparo en cada uno de los extremos de cámara de máquinas. En este caso, el mamparo a popa de la cámara de máquinas puede coincidir con el mamparo de pique de popa.

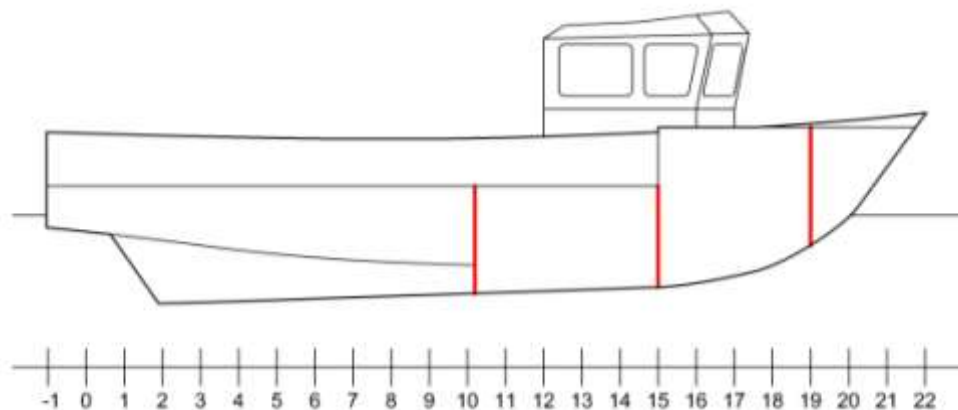
Según indica la Sociedad de Clasificación, el mamparo de pique de proa deberá estar a una distancia que se encuentre al menos al 5% de la eslora de reglamento,  $L_{LL}$ , desde la perpendicular de proa. Así, para el caso de nuestra embarcación:

$$0,05 \cdot L_{LL} \leq d.p.proa \Rightarrow 0,531 \text{ m}$$

Luego la posición elegida para el mamparo del pique de proa esta a una distancia de 0,54 m de la perpendicular de proa, en la cuaderna 19.

Como se comentará en el siguiente apartado, la cámara de máquinas se va a situar en la parte central de la embarcación, por lo tanto será necesario definir los mamparos de proa y popa de la cámara de máquinas.

Las posiciones de los mamparos de popa y proa de cámara de máquinas serán a 5,3 m y 7,8 m respectivamente, desde la perpendicular de popa.



**Ilustración 8: Mamparos de colisión y de C.M.**

### **2.1. Disposición de la cámara de máquinas**

La cámara de máquinas se va a situar en la parte central de la embarcación, por debajo de la cubierta principal y en un único nivel.

La longitud necesaria de la cámara de máquinas es función básicamente de la potencia del motor propulsor, de los equipos auxiliares de la embarcación y de las dimensiones del buque, principalmente la eslora.

Para poder estimar esta longitud hemos tenido en cuenta, las dimensiones de las cámaras de máquinas de embarcaciones similares. Una vez que se conozcan las dimensiones del motor principal y de los equipos auxiliares se comprobarán estos valores.

Luego la longitud de la cámara de máquinas es de 2,5 m. Se sitúa entre las cuadernas 10 y 15, y transversalmente está limitada por los tanques de combustible 2 de babor y estribor.

También se dispone aquí un cofferdam entre la bodega y la cámara de máquinas para asegurar la buena conservación de las capturas, consiguiendo que no se deterioren por el calor proveniente del motor.

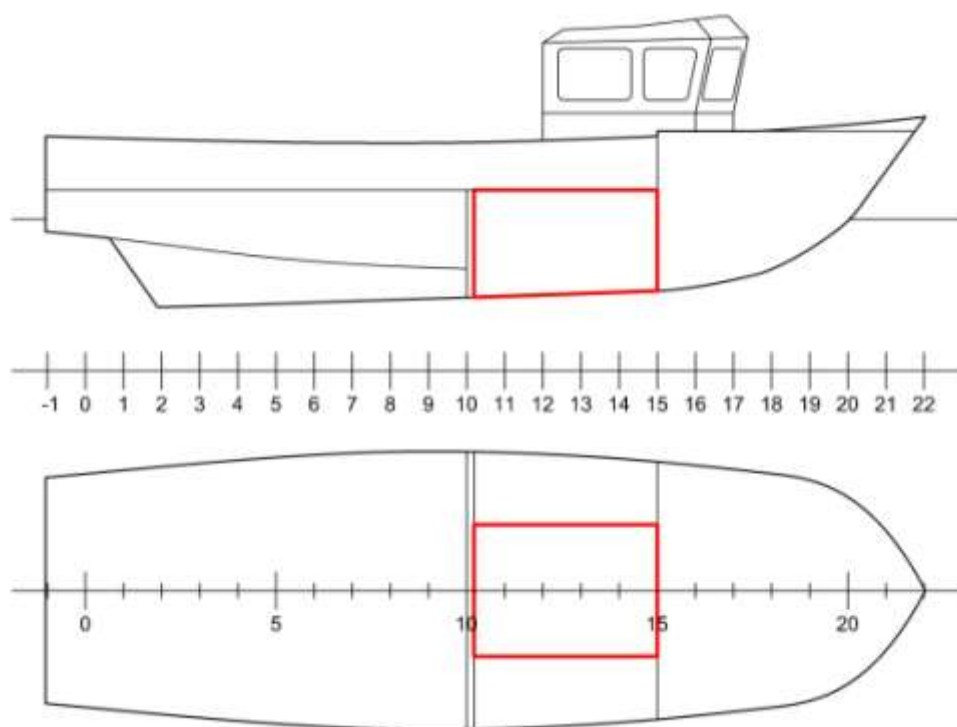


Ilustración 9: Cámara de máquinas.

## 2.2. Disposición de tanques

Con la disposición general seleccionada y teniendo en cuenta que el volumen de los tanques se reducirá en torno a un 4% debido al espacio que ocupan los refuerzos, y teniendo en cuenta una permeabilidad extra del 2% de margen.

Para el caso de la bodega y del vivero, que actuará como bodega al regreso a puerto, se considerará un 20% extra de volumen para incluir en él el aislamiento térmico. Se consiguen con ello los siguientes valores, que cumplen con los requisitos del proyecto.

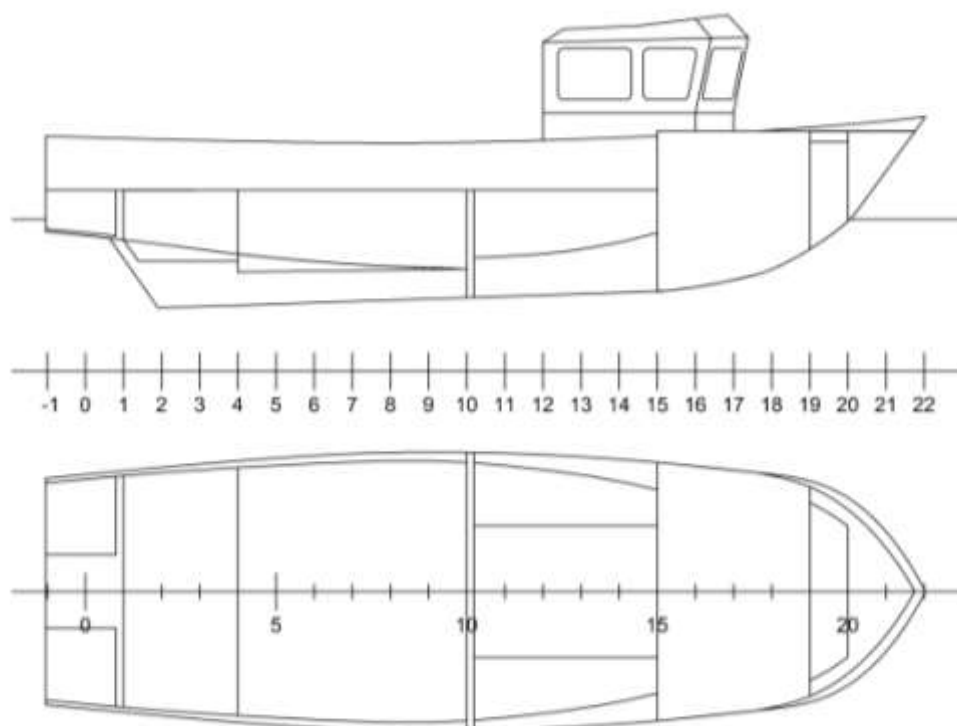
- Volumen de combustible:  $2,72 \text{ m}^3$ ; habiendo una capacidad extra de 162 litros.
- Volumen de agua dulce:  $0,55 \text{ m}^3$ , existiendo un margen de 50 litros de agua dulce respecto al calculado, que ya contaba con un margen del 30%.



- Volumen de bodega:  $6,83 \text{ m}^3$ . Lo cual está  $0,83 \text{ m}^3$  por encima de lo exigido.
- Volumen de vivero :  $2,53 \text{ m}^3$ . Con lo que se tienen  $0,53 \text{ m}^3$  por encima de lo exigido.

Estos dos últimos datos conllevan que la capacidad extra, en volumen, que tiene la embarcación para las capturas es de  $1,36 \text{ m}^3$  contando con un 25% de volumen ocupado por los refuerzos y el aislamiento térmico; con lo que se consigue mejorar, en gran medida, la capacidad de pesca de la embarcación, o en determinados casos según el tipo de pesca, la misma capacidad en peso con una densidad relativa de la carga de 0,43; considerado y justificado inicialmente en el documento de dimensionamiento como 0,5.

Para el cálculo de las masas se han utilizado los siguientes valores de la densidad;  $\rho_{a.dulce} = 1,000 \text{ ton/m}^3$ ,  $\rho_{combustible} = 0,840 \text{ ton/m}^3$ .



**Ilustración 10: Disposición de tanques, bodega y vivero.**

Comenzaremos a explicar la disposición de los tanques de popa a proa.

### 2.2.1. Tanque de combustible 1 (babor)

Para minimizar los efectos de posibles derrames y minimizar el efecto de las superficies libres, se han dividido en dos tanques uno situado a cada banda.

Este tanque se sitúa entre la popa y la cuaderna 1, con un pequeño espacio respecto al vivero para evitar posibles infiltraciones que puedan dañar el pescado, delimitado por el costado de babor del casco y un mamparo situado a una distancia de 0,5 m del plano de crujía.

El volumen del tanque es  $0,459 \text{ m}^3$ , tomando una densidad del combustible de  $0,840 \text{ ton/m}^3$ , el peso del combustible transportado en el tanque es 0,386 ton.

### 2.2.2. Tanque de combustible 1 (estribor)

Es el tanque simétrico al anterior respecto al plano de crujía, con las mismas dimensiones y pesos que el anterior.

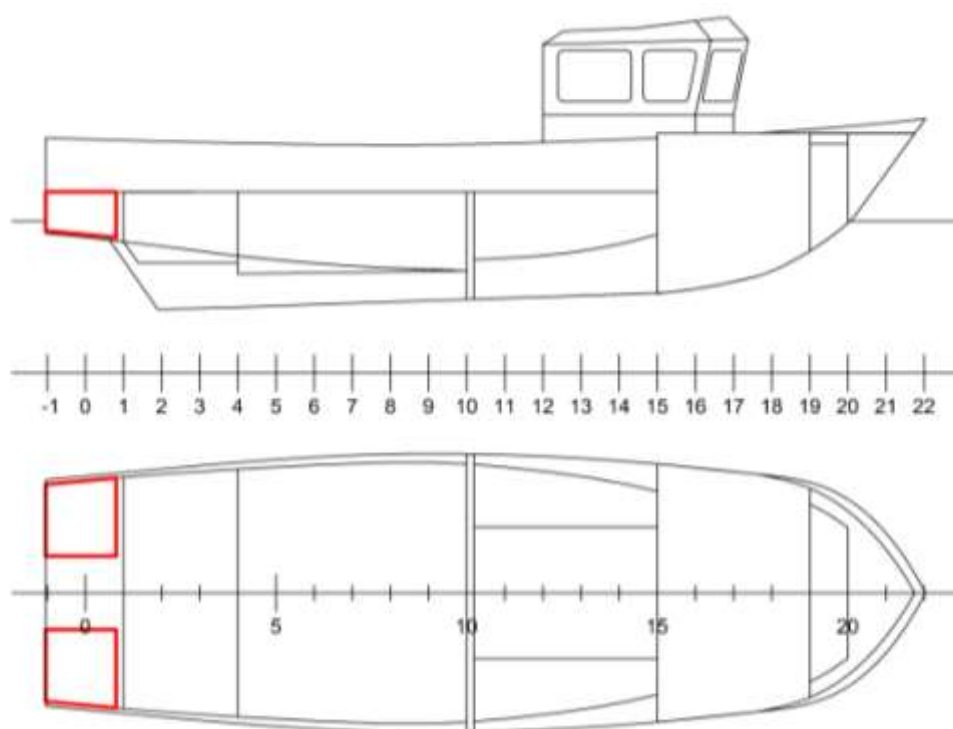


Ilustración 11: Tanque de combustible 1.

### 2.2.1. Vivero

Es un espacio situado por debajo de la cubierta principal, que inicialmente será utilizado para almacenar la carnada para la pesca y que después de la faena será utilizado como bodega.

El vivero se sitúa entre las cuadernas 1 y 4, delimitado longitudinalmente por la bodega y por el local del servo y ocupando toda la manga.

El volumen del vivero es de  $2,53 \text{ m}^3$ , considerando una reducción de su volumen del 25% para las permeabilidades y el aislamiento, luego se podrán transportar 1,26 ton de pescado.

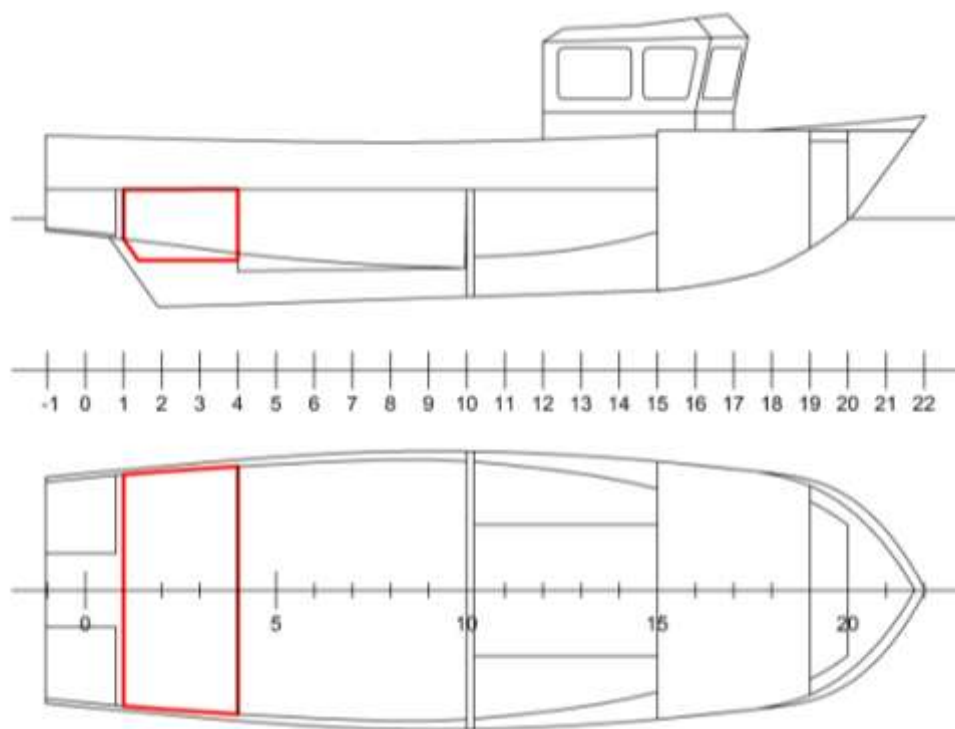


Ilustración 12: Vivero

### 2.2.2. Bodega

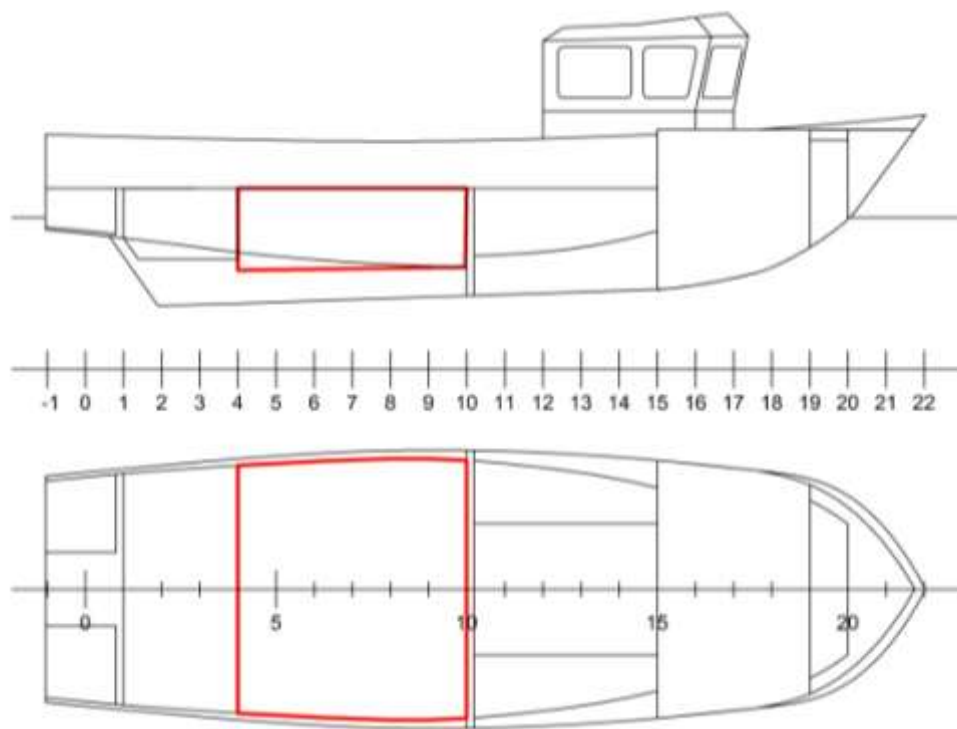
La bodega de carga se dispone bajo la cubierta principal, el acceso a ella se realiza desde una escotilla situada en la zona abierta a la intemperie.

Dicha bodega se encuentra situada entre las cuadernas 4 y 10, a 2,08 m y 5,2 m de la perpendicular de popa respectivamente.

Transversalmente ocupa toda la manga y su disposición en altura se extiende desde el fondo hasta la cubierta principal.

El volumen de la bodega es de  $6,83 \text{ m}^3$ , considerando una reducción de su volumen del 25% para las permeabilidades y el aislamiento, luego se podrán transportar 3,41 ton de pescado, que cumple los requisitos especificados del proyecto.

En esta bodega, al igual que en el espacio del vivero se transportará el pescado conservado en hielo, con lo que deben estar correctamente asiladas.



**Ilustración 13: Bodega.**

### 2.2.3. Tanque de combustible 2 (babor)

El tanque de combustible 2, se encuentran situado con los mismos límites longitudinales que la cámara de máquinas.

Este tanque se sitúa entre las cuadernas 10 y 15, por el lado de babor está delimitado por el casco de la embarcación y por la otra banda está delimitado por el mamparo que se sitúa a 0,9 m de la crujía.

El volumen del tanque es  $0,902 \text{ m}^3$ , tomando una densidad del combustible de  $0,840 \text{ ton/m}^3$ , el peso del combustible transportado en el tanque es 0,758 ton.

### 2.2.1. Tanque de combustible 2 (estribor)

Es el tanque simétrico al anterior respecto al plano de crujía, con las mismas dimensiones y pesos que el anterior.

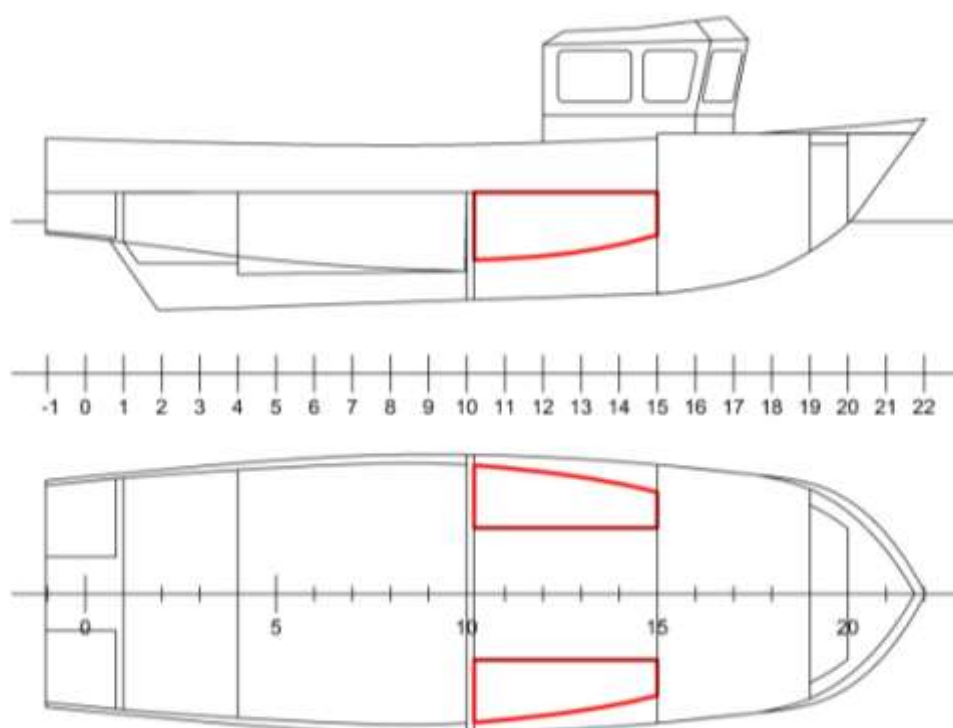


Ilustración 14: Tanque de combustible 2.

### 2.2.2. Pique de proa

El pique de proa se sitúa hacia proa de la cuaderna 19 a una distancia de 0,54 m desde la perpendicular de proa y transversalmente se extiende de banda a banda.

Tal y como indica el convenio de Torremolinos, el espacio situado en el pique de proa sólo puede ser ocupado por agua dulce o agua salada. En este caso se va a aprovechar ese espacio para transportar agua dulce, en un depósito situado solo en parte del pique de proa, de la cuaderna 19 a la 20. Y el volumen disponible en ese espacio es de  $0,55 \text{ m}^3$  tomando una densidad de  $1,000 \text{ ton/m}^3$ , la masa de agua dulce transportada en este espacio es de 0,55 ton.

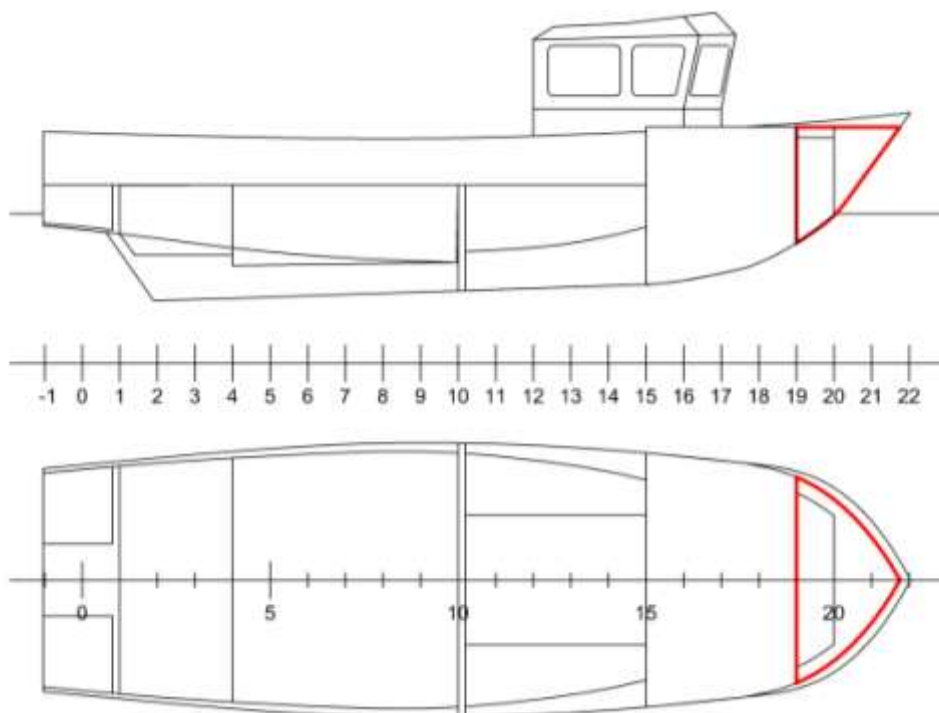
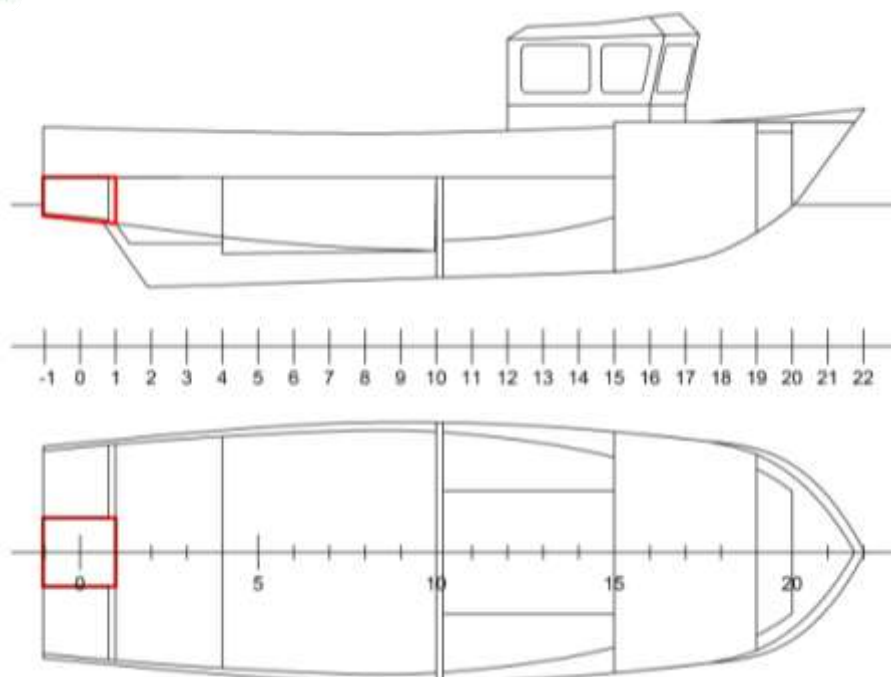


Ilustración 15: Pique de proa.

### 2.3. Local del servo. Zonas de amarre y fondeo

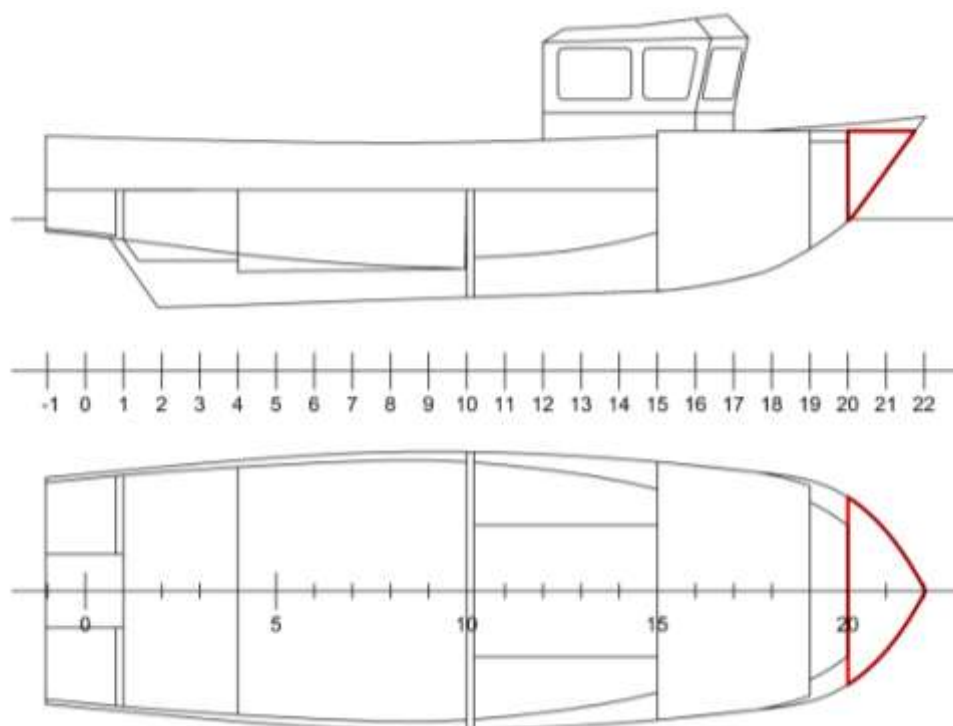
El local del servo se encuentra situado en la popa de la embarcación, entre la popa y la cuaderna 1, en la zona central. Por los costados está delimitado por los tanques de combustible 1.





**Ilustración 16: Local del servo.**

Las zonas de amarre se distribuyen a lo largo de toda la cubierta y el compartimento para los equipos de fondeo se sitúa en la proa de la embarcación entre las cuadernas 20 y 22, y limitado transversalmente por los costados del casco.



**Ilustración 17: Zona para el equipo de fondeo.**

## 2.4. Habilitación

---

Tal y como se indica en el capítulo 11 -Alojamiento de la tripulación, de las *“Directrices de aplicación voluntaria para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros pequeños”*. El emplazamiento, la estructura y la disposición de los espacios de alojamiento de la tripulación, así como los medios de acceso a los mismos, serán tales que garanticen la seguridad, la protección contra la intemperie y el mar y el aislamiento contra la condensación por frío o calor, ruidos excesivos y vibraciones o emanaciones procedentes de otros espacios.

- Los camarotes estarán planificados y equipados de modo que resulten confortables para sus ocupantes. En la medida que sea posible, tendrán una altura libre no inferior a 2 m.
- Cada miembro de la tripulación dispondrá de una litera individual, cuyas dimensiones interiores mínimas serán de 1,90 mts. por 680 mm., siempre que esto sea posible.

Por especificaciones de proyecto, la tripulación va a estar formada por 4 personas.

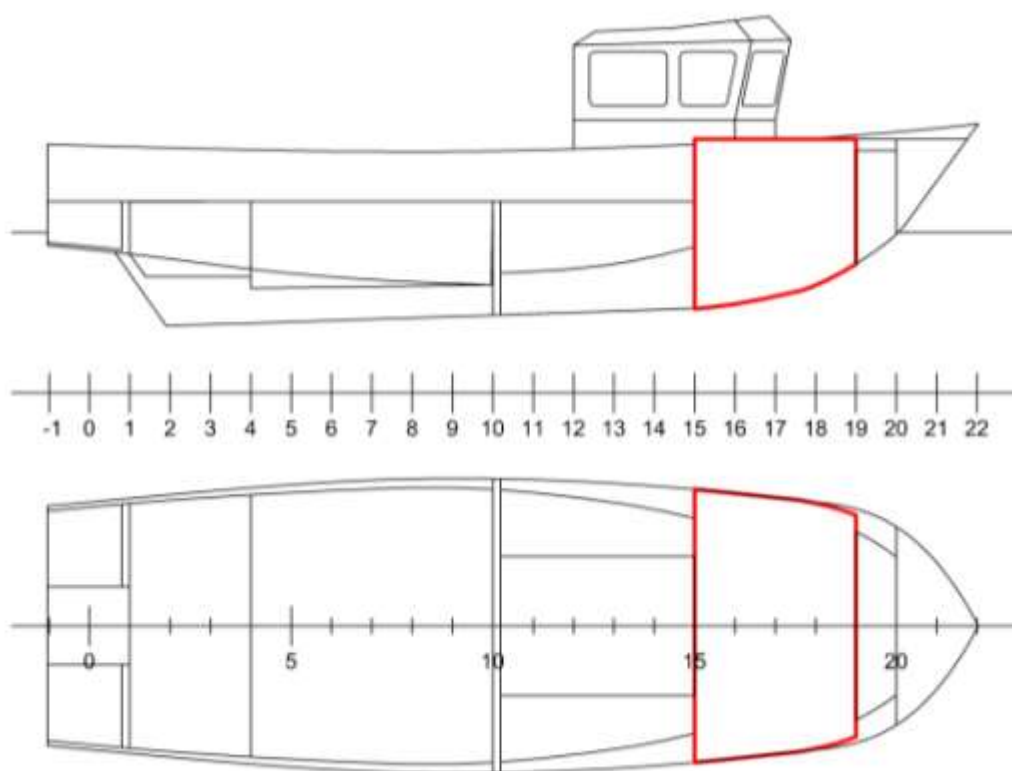
### 2.4.1. Camarote

---

Se va a disponer de un único camarote con tres literas, la cuarta cama estará situada en la superestructura. El camarote está situado debajo de la cubierta principal entre las cuadernas 15 y 19. Está limitado por el pique de proa y por el mamparo de proa de la cámara de máquinas en sentido longitudinal, y en sentido transversal se extiende hasta el casco de la embarcación en ambas bandas.

Las dimensiones de las literas son de 1,90 m. por 700-680 mm, estas dimensiones cumplen con las mínimas recomendadas.

El acceso al camarote se sitúa desde el puente de gobierno.



**Ilustración 18: Camarote.**

#### **2.4.2. Cocina**

La embarcación dispone de una cocina separada del resto de la habilitación. Está situada en la zona de la superestructura en la banda de babor y se extiende desde 6,24 m hasta 7,04 m ambos medidos desde de la perpendicular de popa.

La cocina dispone de los equipos necesarios para poder cocinar y almacenar los víveres.

#### **2.4.3. Aseo**

La embarcación dispone de un pequeño aseo que incluye un lavabo e inodoro. Está situado en la zona de la superestructura en la banda de babor, pero a estribor de la cocina, y se extiende también desde 6,24 m hasta 7,04 m ambos medidos desde de la perpendicular de popa.

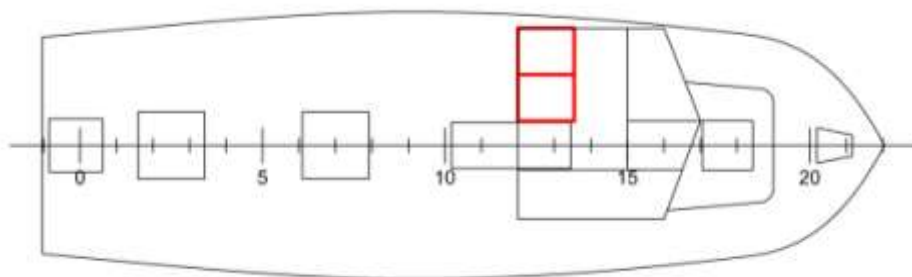


Ilustración 19: Cocina y aseo.

#### 2.4.4. Puente de gobierno

El puente de gobierno se sitúa en la superestructura de la embarcación y se extiende desde 6,24 m hasta 8,84 m ambos medidos desde la perpendicular de popa.

Los equipos y sistemas de navegación y gobierno se sitúan en la banda de babor. En la zona de estribor del puente se situará la cuarta cama, convertible en mesa con los asientos correspondientes, dicha zona se utilizará como comedor.

En el techo del puente se ha dispuesto un mástil, en el que se sitúan el radar, así como las luces de navegación necesarias.

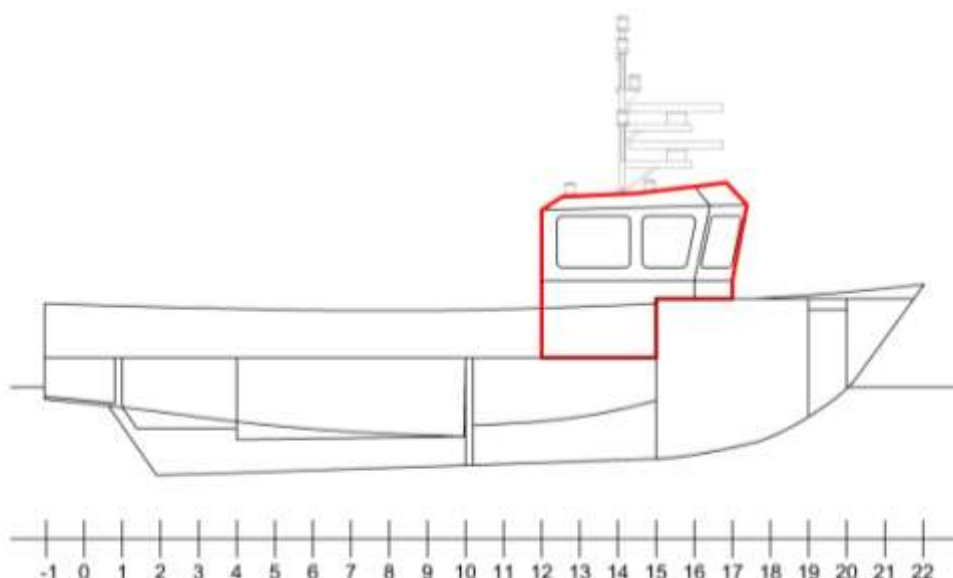
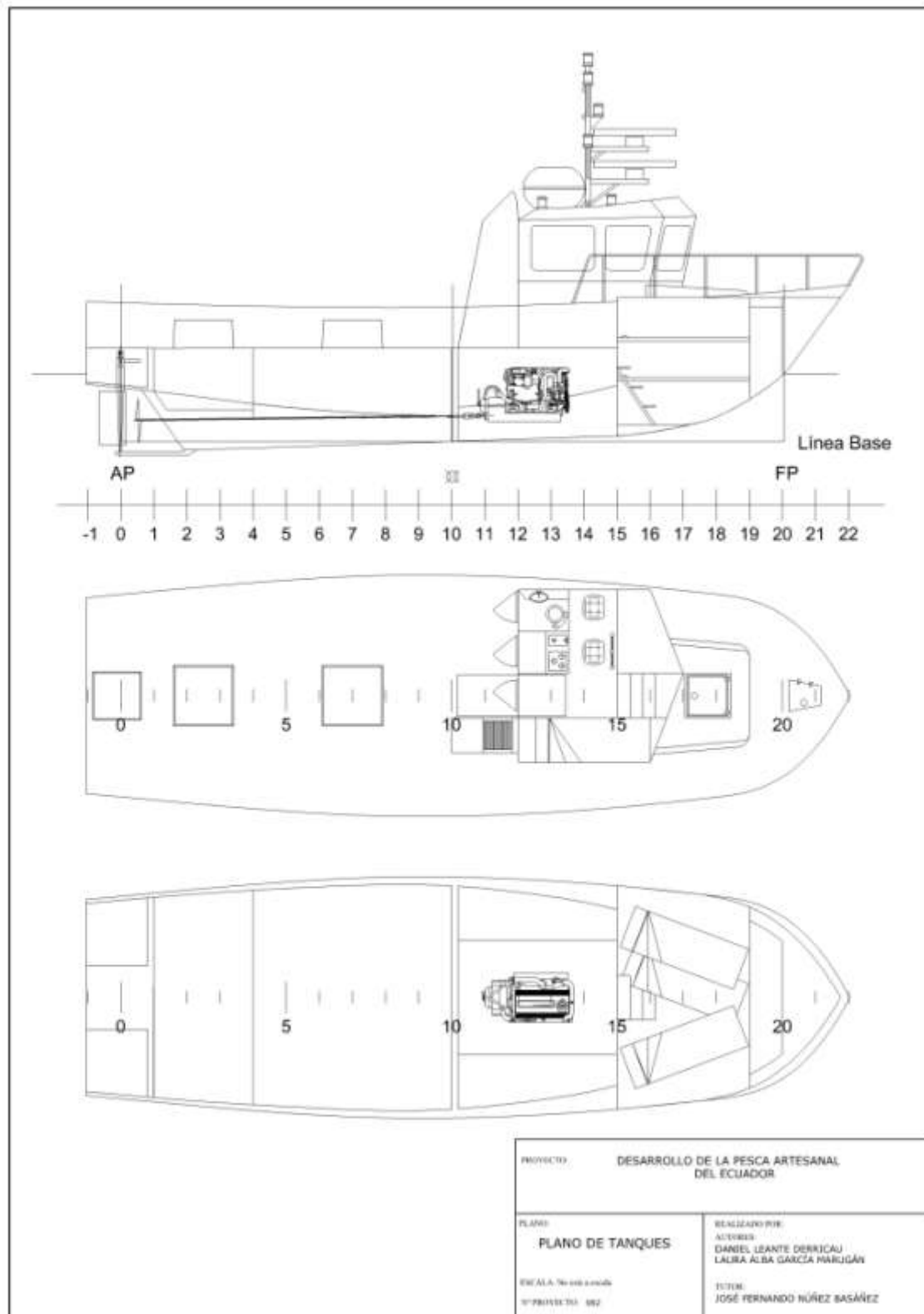


Ilustración 20: Puente de gobierno.

### 3. Plano de la disposición general



## 4. Bibliografía

---

- [1] "A CONCEPTUAL DESIGN OF A FIBRE REINFORCED PLASTIC FISHING BOAT FOR TRADITIONAL FISHERIES IN MALAYSIA". The United Nations University.FISHERIES TRAINING PROGRAMME. Mohamad Zawahid bin Shamsuddin. 2003.
- [2] Dayton's guide to fishing vessels 1990/91
- [3] Reglamento Bureau Veritas. <http://www.veristar.com>





# “Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”

---

## Cuaderno Nº 5

### Cálculos de arquitectura naval

#### **Alumnos:**

*Daniel Leante Darricau*  
*Laura Alba García Marugán*

#### **Tutores:**

*José Fernando Núñez Básañez*  
*David Gutiérrez Díaz*

#### **Cotutores en la universidad de acogida (ESPOL):**

*Cristóbal Mariscal*  
*Bolivar Vaca*

## ÍNDICE

1. Introducción	6
2. Tablas hidrostáticas	6
2.1. Trimado 0, 500 m por popa	0
2.2. Trimado 0,250 m por popa	1
2.3. Trimado 0,150m por popa	2
2.4. Trimado 0,050m por popa	3
2.5. Trimado cero	4
2.6. Trimado 0,050 m por proa	5
2.7. Trimado 0,150 m por proa	6
2.8. Trimado 0,250 m por proa	7
3. Carenas inclinadas	0
3.1. Trimado 0,500 m por popa	0
3.2. Trimado 0,250 m por popa	1
3.3. Trimado 0,150 m por popa	1
3.4. Trimado 0,0 50 m por popa	1
3.5. Trimado cero	2
3.6. Trimado 0,050 m por proa	2
3.7. Trimado 0,150 m por proa	2
3.8. Trimado 0,250 m por proa	3
4. Tablas de capacidades y c. de g. de espacios, con resúmenes por tipo de contenido	3
4.1. Tabla de capacidades y centros de gravedad	3

<b>4.2. Tablas de espacios</b>	<b>4</b>
4.2.1. Tanque de combustible 1 (Estribor)	4
4.2.2. Tanque de combustible 1 (babor)	5
4.2.3. Vivero	6
4.2.4. Bodega	7
4.2.5. Tanque de combustible 2 (estribor)	8
4.2.6. Tanque de combustible 2 (babor)	9
4.2.7. Pique de proa	10
<b>5. Situaciones de carga preliminares</b>	<b>11</b>
<b>6. Cálculos de francobordo y arqueo</b>	<b>11</b>
6.1. Cálculos de francobordo	11
6.2. Cálculo del arqueo	12
6.2.1. Arqueo bruto	12
6.2.2. Arqueo neto	13
<b>7. Bibliografía</b>	<b>14</b>
<b>8. Anexo I. Curvas hidrostáticas</b>	<b>15</b>
<b>9. Anexo II. Carenas inclinadas</b>	<b>23</b>
<b>10. Anexo III. Calibración de tanques</b>	<b>27</b>
<b>11. Anexo IV. Plano de capacidades y centro de gravedad</b>	<b>31</b>

## TABLAS

Tabla 1. Hidrostáticas de la embarcación con 0,500 m de trimado por popa	0
Tabla 2. Hidrostáticas de la embarcación con 0,250 m de trimado por popa	1
Tabla 3. Hidrostáticas de la embarcación con 0,150 m de trimado por popa	2
Tabla 4. Hidrostáticas de la embarcación con 0,050 m de trimado por popa	3
Tabla 5. Hidrostáticas de la embarcación con trimado cero	4

Tabla 6.Hidrostáticas de la embarcación trimado 0,050m por proa	5
Tabla 7.Hidrostáticas de la embarcación trimado 0,150m por proa	6
Tabla 8.Hidrostáticas de la embarcación trimado 0,250m por proa	7
Tabla 9.Carenas inclinadas trimado 0,500m por popa	0
Tabla 10.Carenas inclinadas trimado 0,250m por popa	1
Tabla 11.Carenas inclinadas trimado 0,150m por popa	1
Tabla 12.Carenas inclinadas trimado 0,050m por popa	1
Tabla 13.Carenas inclinadas trimado cero	2
Tabla 14.Carenas inclinadas trimado 0,050m por proa	2
Tabla 15.Carenas inclinadas trimado 0,150m por proa	2
Tabla 16.Carenas inclinadas trimado 0,250m por proa	3
Tabla 17.Capacidades y centro de gravedad	3
Tabla 18.Resumen de capacidades del tanque de combustible 1 (Estribor)	4
Tabla 19.Resumen de capacidades del tanque de agua dulce 2	5
Tabla 20.Resumen de capacidades del vivero	6
Tabla 21.Resumen de capacidades de la bodega	7
Tabla 22.Resumen de capacidades del tanque de combustible 2 (estribor)	8
Tabla 23.Resumen de capacidades del tanque de combustible 2 (babor)	9
Tabla 24.Resumen de capacidades del pique de proa	10

## GRÁFICAS

Gráfica 1. Curvas hidrostáticas trimado 0,500 m por popa	15
Gráfica 2.Curvas hidrostáticas trimado 0,250 m por popa	16
Gráfica 3.Curvas hidrostáticas trimado 0,150 m por popa	17
Gráfica 4.Curvas hidrostáticas trimado 0,050 m por popa	18
Gráfica 5.Curvas hidrostáticas trimado cero	19
Gráfica 6.Curvas hidrostáticas trimado 0,050m por proa	20
Gráfica 7.Curvas hidrostáticas trimado 0,150m por proa	21
Gráfica 8.Curvas hidrostáticas trimado 0,250m por proa	22
Gráfica 9.Carenas inclinadas trimado 0,500m por popa	23

Gráfica 10.Carenas inclinadas trimado 0,250m por popa	23
Gráfica 11.Carenas inclinadas trimado 0,150m por popa	24
Gráfica 12.Carenas inclinadas trimado 0,050m por popa	24
Gráfica 13.Carenas inclinadas trimado cero	25
Gráfica 14.Carenas inclinadas trimado 0,050m por proa	25
Gráfica 15.Carenas inclinadas trimado 0,150m por proa	26
Gráfica 16.Carenas inclinadas trimado 0,250m por proa	26
Gráfica 17.Tanque de combustible 1 estribor	27
Gráfica 18.Tanque de combustible 1 babor	27
Gráfica 19.Vivero	28
Gráfica 20.Bodega	28
Gráfica 21.Tanque de combustible 2 estribor	29
Gráfica 22.Tanque de combustible 2 babor	29
Gráfica 23.Pique de proa	30

## 1. Introducción

---

El objetivo de este cuadernillo, es realizar los cálculos de arquitectura naval. Para su realización se ha utilizado el programa Maxsurf, concretamente el módulo de HydroMax, en el que se han utilizado como inputs los datos de la carena y de la disposición general de la embarcación obtenidos en los cuadernillos anteriores.

Dentro de este documento se incluirán los cálculos hidrostáticos, las curvas KN, calibración de tanques y un análisis de las situaciones habituales de carga de la embarcación. Así mismo, al final del documento se incluirán también los cálculos de francobordo y arqueo de la embarcación.

El sistema de referencia que se ha utilizado a lo largo de todo el cuadernillo es el siguiente:

- EL origen de coordenadas es el punto bajo de la quilla, situado en el plano de crujía y en la perpendicular de popa.
- Se tomarán valores positivos, aquellos que vayan de popa a proa, babor a estribor y de abajo a arriba.
- Se tomarán positivos los trimados a popa y negativos los trimados por proa.

## 2. Tablas hidrostáticas

---

Las curvas hidrostáticas permiten analizar la estabilidad de los buques, representando en función del calado, diversas características geométricas de sus formas, independientemente de la situación de carga del buque. De este modo, permitirán conocer para cada situación de carga todos los datos necesarios para estudiar la flotabilidad y la estabilidad del buque.

Las curvas que se van a representar en este cuadernillo son:

- Desplazamiento en toneladas.
- Áreas de la flotación.
- Toneladas por centímetro de inmersión.
- Posición longitudinal del centro de carena.



- Altura del centro de carena.
- Posición longitudinal del centro de carena.
- Radio metacéntrico transversal.
- Radio metacéntrico longitudinal.
- Momento para variar el trimado un centímetro.
- Superficie mojada.
- Coeficientes de forma: bloque, maestra, prismático y de la flotación

La embarcación puede navegar con varios trimados, por lo que se calcularán las hidrostáticas para los siguientes valores del trimado:

-0,250 m, -0,150 m, -0,050 m, 0 m, +0,050 m, +0,150 m, +0,250 m, +0,500 m

Conviene aclarar que los trimados, se aplican a la embarcación con asiento, tal y como se define en el plano de formas.

En las gráficas se han representado los calados medios desde 0 a 2 metros, sin embargo en las siguientes tablas sólo se muestran los datos correspondientes para calados 0,8 y 2 m.

## 2.1.

### Trimado 0, 500 m por popa

Calado (m)	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	2,000
Desplazamiento ( $ton$ )	3,841	6,121	8,645	11,32	14,13	17,04	20,05	23,16	26,35	29,62	32,98	36,41	39,93
Calado en la $P_{pp}$ (m)	0,550	0,650	0,750	0,850	0,950	1,050	1,150	1,250	1,350	1,450	1,550	1,650	1,750
Calado en la $P_{pr}$ (m)	1,050	1,150	1,250	1,350	1,450	1,550	1,650	1,750	1,850	1,950	2,050	2,150	2,250
Eslora en la flotación ( $L_{WL}$ )	10,050	10,227	10,387	10,534	10,671	10,798	10,913	11,011	11,090	11,161	11,231	11,302	11,372
Manga en la flotación ( $B_{WL}$ )	2,995	3,161	3,248	3,319	3,381	3,436	3,487	3,535	3,582	3,625	3,666	3,704	3,739
Superficie mojada ( $m^2$ )	26,127	30,812	33,825	36,679	39,457	42,191	44,899	47,602	50,311	53,035	55,774	58,533	61,312
Área de la flotación ( $m^2$ )	20,015	23,781	25,453	26,794	27,946	28,966	29,888	30,746	31,567	32,375	33,174	33,967	34,763
Coef. Prismático ( $C_p$ )	0,554	0,595	0,624	0,643	0,657	0,668	0,676	0,683	0,690	0,696	0,702	0,706	0,711
Coef. Bloque ( $C_B$ )	0,124	0,168	0,208	0,243	0,272	0,298	0,321	0,341	0,359	0,376	0,390	0,404	0,416
Coef. Maestra ( $C_M$ )	0,299	0,359	0,415	0,461	0,499	0,530	0,557	0,580	0,600	0,617	0,633	0,646	0,659
Coef. Flotación ( $C_{Flot}$ )	0,665	0,735	0,754	0,766	0,775	0,781	0,785	0,790	0,795	0,800	0,806	0,811	0,818
LCB desde la perpendicular pp (m)	4,021	3,780	3,684	3,657	3,661	3,680	3,707	3,738	3,771	3,805	3,840	3,876	3,913
LCF desde la perpendicular pp (m)	3,442	3,383	3,510	3,624	3,727	3,818	3,899	3,973	4,044	4,115	4,187	4,258	4,331
KB (m)	0,675	0,771	0,846	0,911	0,971	1,029	1,086	1,142	1,197	1,252	1,307	1,362	1,417
$BM_t$ (m)	2,688	2,583	2,113	1,787	1,554	1,379	1,245	1,139	1,055	0,986	0,928	0,880	0,839
$BM_L$ (m)	28,419	23,668	18,850	15,845	13,792	12,286	11,112	10,169	9,404	8,785	8,277	7,851	7,497
$KM_t$ (m)	3,363	3,354	2,958	2,698	2,525	2,408	2,331	2,281	2,252	2,238	2,235	2,242	2,256
$KM_L$ (m)	29,094	24,438	19,695	16,755	14,763	13,315	12,198	11,311	10,601	10,038	9,585	9,213	8,913
Toneladas por cm de inmersión	0,205	0,244	0,261	0,275	0,286	0,297	0,306	0,315	0,324	0,332	0,340	0,348	0,356
Momento para trimar un cm	0,108	0,144	0,162	0,179	0,195	0,210	0,225	0,239	0,253	0,268	0,284	0,300	0,317

Tabla 1. Hidrostáticas de la embarcación con 0,500 m de trimado por popa

## 2.2.

## Trimado 0,250 m por popa

Calado (m)	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	2,000
Desplazamiento ( $ton$ )	3,336	5,276	7,722	10,42	13,26	16,20	19,25	22,39	25,62	28,93	32,33	35,82	39,39
Calado en la $P_{pp}$ (m)	0,675	0,775	0,875	0,975	1,075	1,175	1,275	1,375	1,475	1,575	1,675	1,775	1,875
Calado en la $P_{pr}$ (m)	0,925	1,025	1,125	1,225	1,325	1,425	1,525	1,625	1,725	1,825	1,925	2,025	2,125
Eslora en la flotación ( $L_{WL}$ )	9,111	10,404	10,555	10,694	10,822	10,936	11,029	11,106	11,177	11,248	11,320	11,391	11,463
Manga en la flotación ( $B_{WL}$ )	2,764	3,123	3,223	3,298	3,363	3,420	3,473	3,525	3,572	3,617	3,658	3,698	3,735
Superficie mojada ( $m^2$ )	22,289	28,460	33,287	36,243	39,040	41,779	44,499	47,221	49,956	52,706	55,476	58,268	61,086
Área de la flotación ( $m^2$ )	16,073	21,708	25,539	27,053	28,241	29,263	30,188	31,064	31,918	32,759	33,592	34,425	35,262
Coef. Prismático ( $C_p$ )	0,584	0,548	0,586	0,616	0,637	0,653	0,665	0,676	0,685	0,692	0,699	0,704	0,709
Coef. Bloque ( $C_B$ )	0,144	0,158	0,201	0,240	0,273	0,302	0,327	0,349	0,368	0,386	0,401	0,415	0,427
Coef. Maestra ( $C_M$ )	0,334	0,357	0,415	0,463	0,502	0,534	0,561	0,584	0,604	0,621	0,636	0,649	0,662
Coef. Flotación ( $C_{Flot}$ )	0,638	0,668	0,751	0,767	0,776	0,782	0,788	0,794	0,799	0,805	0,811	0,817	0,824
LCB desde la perpendicular pp (m)	4,701	4,476	4,237	4,096	4,030	4,001	3,993	3,997	4,009	4,026	4,048	4,073	4,101
LCF desde la perpendicular pp (m)	4,321	3,869	3,650	3,739	3,830	3,911	3,984	4,055	4,126	4,198	4,270	4,344	4,418
KB (m)	0,623	0,716	0,800	0,874	0,939	1,001	1,060	1,118	1,175	1,232	1,289	1,345	1,401
$BM_t$ (m)	2,090	2,399	2,279	1,913	1,641	1,443	1,294	1,179	1,088	1,015	0,954	0,904	0,861
$BM_L$ (m)	20,437	23,050	21,948	18,057	15,403	13,488	12,040	10,924	10,054	9,359	8,791	8,326	7,936
$KM_t$ (m)	2,714	3,115	3,079	2,786	2,580	2,443	2,354	2,297	2,264	2,247	2,243	2,249	2,263
$KM_L$ (m)	21,060	23,766	22,749	18,931	16,342	14,489	13,100	12,043	11,230	10,592	10,080	9,671	9,337
Toneladas por cm de inmersión	0,165	0,223	0,262	0,277	0,289	0,300	0,309	0,318	0,327	0,336	0,344	0,353	0,361
Momento para trimar un cm	0,067	0,121	0,169	0,188	0,204	0,220	0,234	0,249	0,264	0,279	0,295	0,312	0,330

Tabla 2. Hidrostáticas de la embarcación con 0,250 m de trimado por popa

### 2.3.

### Trimado 0,150m por popa

Calado (m)	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	2,000
Desplazamiento (ton)	3,261	5,072	7,397	10,08	12,93	15,89	18,95	22,10	25,34	28,67	32,09	35,60	39,19
Calado en la $P_{pp}$ (m)	0,725	0,825	0,925	1,025	1,125	1,225	1,325	1,425	1,525	1,625	1,725	1,825	1,925
Calado en la $P_{pr}$ (m)	0,875	0,975	1,075	1,175	1,275	1,375	1,475	1,575	1,675	1,775	1,875	1,975	2,075
Eslora en la flotación ( $L_{WL}$ )	8,786	9,908	10,623	10,758	10,881	10,986	11,070	11,142	11,214	11,286	11,358	11,430	11,502
Manga en la flotación ( $B_{WL}$ )	2,692	3,107	3,213	3,290	3,356	3,413	3,469	3,521	3,568	3,613	3,655	3,696	3,734
Superficie mojada ( $m^2$ )	21,671	27,084	32,488	36,072	38,878	41,620	44,347	47,080	49,825	52,588	55,371	58,179	61,013
Área de la flotación ( $m^2$ )	15,145	20,288	24,866	27,133	28,346	29,373	30,308	31,200	32,069	32,924	33,774	34,626	35,481
Coef. Prismático ( $C_p$ )	0,603	0,564	0,568	0,602	0,627	0,645	0,660	0,672	0,681	0,689	0,696	0,702	0,708
Coef. Bloque ( $C_B$ )	0,157	0,168	0,200	0,240	0,274	0,304	0,330	0,353	0,372	0,390	0,406	0,420	0,432
Coef. Maestra ( $C_M$ )	0,357	0,368	0,425	0,471	0,499	0,531	0,559	0,582	0,602	0,619	0,635	0,648	0,661
Coef. Flotación ( $C_{Flot}$ )	0,640	0,659	0,729	0,767	0,776	0,783	0,789	0,795	0,801	0,807	0,814	0,820	0,826
LCB desde la perpendicular pp (m)	4,893	4,713	4,485	4,296	4,194	4,142	4,116	4,108	4,110	4,120	4,136	4,156	4,180
LCF desde la perpendicular pp (m)	4,575	4,191	3,820	3,790	3,873	3,949	4,020	4,090	4,161	4,232	4,305	4,380	4,456
KB (m)	0,614	0,703	0,786	0,861	0,929	0,992	1,052	1,111	1,169	1,226	1,283	1,340	1,396
KG (m)	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961
$BM_t$ (m)	1,908	2,288	2,209	1,959	1,675	1,467	1,313	1,195	1,102	1,027	0,965	0,914	0,870
$BM_L$ (m)	18,515	20,140	21,722	18,998	16,077	13,981	12,424	11,246	10,331	9,601	9,012	8,529	8,127
$KM_t$ (m)	2,522	2,991	2,995	2,820	2,603	2,459	2,365	2,306	2,270	2,253	2,248	2,253	2,267
$KM_L$ (m)	19,129	20,843	22,508	19,859	17,005	14,973	13,476	12,357	11,500	10,827	10,295	9,869	9,523
Toneladas por cm de inmersión	0,155	0,208	0,255	0,278	0,291	0,301	0,311	0,320	0,329	0,337	0,346	0,355	0,364
Momento para trimar un cm	0,059	0,101	0,160	0,191	0,208	0,223	0,238	0,253	0,268	0,284	0,300	0,318	0,336

Tabla 3. Hidrostáticas de la embarcación con 0,150 m de trimado por popa

## 2.4. Trimado 0,050m por popa

Calado (m)	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	2,000
Desplazamiento ( $ton$ )	3,215	4,937	7,138	9,759	12,61	15,58	18,65	21,82	25,08	28,42	31,86	35,39	39,00
Calado en la $P_{pp}$ (m)	0,775	0,875	0,975	1,075	1,175	1,275	1,375	1,475	1,575	1,675	1,775	1,875	1,975
Calado en la $P_{pr}$ (m)	0,825	0,925	1,025	1,125	1,225	1,325	1,425	1,525	1,625	1,725	1,825	1,925	2,025
Eslora en la flotación ( $L_{WL}$ )	8,862	9,493	10,624	10,823	10,938	11,032	11,109	11,181	11,253	11,326	11,398	11,471	11,543
Manga en la flotación ( $B_{WL}$ )	2,633	3,090	3,202	3,282	3,348	3,409	3,465	3,517	3,565	3,610	3,652	3,694	3,732
Superficie mojada ( $m^2$ )	21,048	26,134	31,244	35,800	38,717	41,466	44,202	46,946	49,703	52,478	55,276	58,099	60,952
Área de la flotación ( $m^2$ )	14,465	19,277	23,643	27,074	28,438	29,479	30,430	31,340	32,226	33,098	33,966	34,836	35,713
Coef. Prismático ( $C_p$ )	0,592	0,582	0,554	0,585	0,614	0,635	0,652	0,666	0,677	0,686	0,693	0,700	0,706
Coef. Bloque ( $C_B$ )	0,164	0,179	0,201	0,240	0,276	0,307	0,333	0,357	0,377	0,395	0,411	0,425	0,438
Coef. Maestra ( $C_M$ )	0,356	0,365	0,422	0,470	0,508	0,540	0,566	0,589	0,608	0,625	0,639	0,652	0,664
Coef. Flotación ( $C_{Flot}$ )	0,620	0,657	0,695	0,762	0,777	0,784	0,791	0,797	0,803	0,810	0,816	0,822	0,829
LCB desde la perpendicular pp (m)	5,077	4,919	4,718	4,510	4,369	4,289	4,245	4,223	4,215	4,217	4,227	4,242	4,262
LCF desde la perpendicular pp (m)	4,787	4,441	4,093	3,864	3,917	3,987	4,056	4,125	4,196	4,268	4,342	4,417	4,495
KB (m)	0,609	0,696	0,776	0,851	0,920	0,984	1,045	1,104	1,163	1,221	1,278	1,336	1,393
$BM_t$ (m)	1,759	2,183	2,123	1,981	1,707	1,492	1,333	1,211	1,115	1,039	0,976	0,924	0,880
$BM_L$ (m)	17,194	18,278	19,834	19,712	16,752	14,479	12,819	11,577	10,617	9,855	9,240	8,738	8,325
$KM_t$ (m)	2,369	2,878	2,899	2,832	2,627	2,476	2,378	2,316	2,278	2,259	2,254	2,259	2,273
$KM_L$ (m)	17,804	18,973	20,609	20,563	17,672	15,463	13,864	12,682	11,780	11,075	10,519	10,074	9,718
Toneladas por cm de inmersión	0,148	0,198	0,242	0,278	0,291	0,302	0,312	0,321	0,330	0,339	0,348	0,357	0,366
Momento para trimar un cm	0,054	0,089	0,141	0,192	0,212	0,227	0,242	0,257	0,272	0,289	0,306	0,324	0,343

Tabla 4. Hidrostáticas de la embarcación con 0,050 m de trimado por popa

## 2.5. Trimado cero

Calado (m)	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	2,000
Desplazamiento (ton)	3,204	4,890	7,040	9,609	12,46	15,43	18,51	21,68	24,95	28,30	31,75	35,29	38,92
Calado en la $P_{pp}$ (m)	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	2,000
Calado en la $P_{pr}$ (m)	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	2,000
Eslora en la flotación ( $L_{WL}$ )	8,900	9,329	10,378	10,854	10,965	11,053	11,128	11,201	11,273	11,346	11,419	11,491	11,564
Manga en la flotación ( $B_{WL}$ )	2,609	3,081	3,197	3,278	3,345	3,406	3,463	3,515	3,563	3,608	3,651	3,693	3,731
Superficie mojada ( $m^2$ )	20,791	25,737	30,646	35,473	38,636	41,391	44,132	46,881	49,644	52,427	55,231	58,063	60,925
Área de la flotación ( $m^2$ )	14,202	18,852	23,028	26,814	28,476	29,531	30,492	31,412	32,306	33,188	34,066	34,946	35,834
Coef. Prismático ( $C_p$ )	0,587	0,588	0,563	0,577	0,607	0,630	0,648	0,662	0,674	0,683	0,691	0,698	0,704
Coef. Bloque ( $C_B$ )	0,169	0,185	0,208	0,240	0,277	0,308	0,335	0,359	0,379	0,397	0,413	0,428	0,440
Coef. Maestra ( $C_M$ )	0,382	0,385	0,421	0,469	0,507	0,539	0,566	0,588	0,608	0,624	0,639	0,652	0,664
Coef. Flotación ( $C_{Flot}$ )	0,612	0,656	0,694	0,754	0,777	0,784	0,791	0,798	0,804	0,811	0,817	0,823	0,830
LCB desde la perpendicular pp (m)	5,163	5,014	4,823	4,619	4,459	4,366	4,312	4,282	4,269	4,267	4,273	4,286	4,303
LCF desde la perpendicular pp (m)	4,879	4,554	4,234	3,937	3,940	4,007	4,074	4,144	4,214	4,287	4,360	4,436	4,515
KB (m)	0,609	0,693	0,772	0,847	0,916	0,981	1,042	1,102	1,161	1,219	1,276	1,334	1,391
$BM_t$ (m)	1,695	2,130	2,087	1,957	1,722	1,504	1,342	1,219	1,122	1,045	0,981	0,929	0,885
$BM_L$ (m)	16,703	17,507	18,731	19,622	17,087	14,730	13,022	11,747	10,762	9,985	9,358	8,847	8,427
$KM_t$ (m)	2,303	2,823	2,859	2,804	2,638	2,485	2,384	2,321	2,283	2,263	2,258	2,263	2,276
$KM_L$ (m)	17,311	18,200	19,503	20,469	18,003	15,711	14,064	12,849	11,923	11,203	10,635	10,181	9,819
Toneladas por cm de inmersión	0,146	0,193	0,236	0,275	0,292	0,303	0,313	0,322	0,331	0,340	0,349	0,358	0,367
Momento para trimar un cm	0,053	0,085	0,131	0,188	0,213	0,229	0,244	0,259	0,275	0,291	0,308	0,327	0,346

Tabla 5. Hidrostáticas de la embarcación con trimado cero

## 2.6. Trimado 0,050 m por proa

Calado (m)	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	2,000
Desplazamiento ( $ton$ )	3,200	4,863	6,960	9,472	12,31	15,28	18,37	21,55	24,82	28,19	31,65	35,19	38,83
Calado en la $P_{pp}$ (m)	0,825	0,925	1,025	1,125	1,225	1,325	1,425	1,525	1,625	1,725	1,825	1,925	2,025
Calado en la $P_{pr}$ (m)	0,775	0,875	0,975	1,075	1,175	1,275	1,375	1,475	1,575	1,675	1,775	1,875	1,975
Eslora en la flotación ( $L_{WL}$ )	8,938	9,186	10,166	10,885	10,990	11,075	11,148	11,221	11,294	11,367	11,440	11,513	11,586
Manga en la flotación ( $B_{WL}$ )	2,585	3,071	3,191	3,274	3,342	3,404	3,460	3,512	3,561	3,606	3,650	3,692	3,730
Superficie mojada ( $m^2$ )	20,536	25,671	30,157	35,044	38,553	41,316	44,064	46,819	49,588	52,377	55,190	58,030	60,902
Área de la flotación ( $m^2$ )	13,944	18,477	22,519	26,426	28,507	29,581	30,556	31,486	32,389	33,281	34,168	35,059	35,957
Coef. Prismático ( $C_p$ )	0,580	0,595	0,570	0,570	0,601	0,625	0,644	0,659	0,671	0,681	0,689	0,696	0,702
Coef. Bloque ( $C_B$ )	0,174	0,192	0,214	0,241	0,278	0,310	0,337	0,361	0,382	0,400	0,416	0,430	0,443
Coef. Maestra ( $C_M$ )	0,382	0,385	0,434	0,468	0,506	0,538	0,565	0,588	0,607	0,624	0,639	0,652	0,664
Coef. Flotación ( $C_{Flot}$ )	0,603	0,655	0,694	0,742	0,776	0,785	0,792	0,799	0,805	0,812	0,818	0,825	0,832
LCB desde la perpendicular pp (m)	5,246	5,096	4,921	4,727	4,553	4,444	4,380	4,343	4,324	4,317	4,320	4,330	4,346
LCF desde la perpendicular pp (m)	4,974	4,658	4,359	4,030	3,964	4,027	4,093	4,162	4,233	4,305	4,380	4,456	4,535
KB (m)	0,609	0,692	0,770	0,843	0,913	0,978	1,040	1,100	1,158	1,217	1,275	1,332	1,390
$BM_t$ (m)	1,637	2,073	2,054	1,925	1,736	1,516	1,352	1,227	1,129	1,051	0,987	0,934	0,890
$BM_L$ (m)	16,132	16,810	17,857	19,252	17,414	14,984	13,228	11,920	10,911	10,117	9,478	8,958	8,531
$KM_t$ (m)	2,246	2,765	2,824	2,768	2,649	2,494	2,391	2,326	2,287	2,267	2,261	2,266	2,280
$KM_L$ (m)	16,741	17,502	18,627	20,095	18,327	15,961	14,267	13,019	12,070	11,334	10,753	10,291	9,922
Toneladas por cm de inmersión	0,143	0,189	0,231	0,271	0,292	0,303	0,313	0,323	0,332	0,341	0,350	0,359	0,369
Momento para trimar un cm	0,051	0,081	0,123	0,182	0,215	0,230	0,245	0,261	0,277	0,294	0,311	0,330	0,350

Tabla 6.Hidrostáticas de la embarcación trimado 0,050m por proa



## 2.7. Trimado 0,150 m por proa

Calado (m)	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	2,000
Desplazamiento ( $ton$ )	3,210	4,821	6,843	9,252	12,02	15,00	18,09	21,29	24,58	27,96	31,44	35,01	38,68
Calado en la $P_{pp}$ (m)	0,875	0,975	1,075	1,175	1,275	1,375	1,475	1,575	1,675	1,775	1,875	1,975	2,075
Calado en la $P_{pr}$ (m)	0,725	0,825	0,925	1,025	1,125	1,225	1,325	1,425	1,525	1,625	1,725	1,825	1,925
Eslora en la flotación ( $L_{WL}$ )	9,015	9,162	9,825	10,765	11,039	11,116	11,190	11,263	11,337	11,410	11,483	11,557	11,630
Manga en la flotación ( $B_{WL}$ )	2,544	3,053	3,180	3,265	3,336	3,399	3,456	3,508	3,557	3,603	3,648	3,690	3,729
Superficie mojada ( $m^2$ )	20,152	25,085	29,385	33,908	38,230	41,169	43,931	46,699	49,482	52,285	55,114	57,973	60,865
Área de la flotación ( $m^2$ )	13,560	17,866	21,692	25,288	28,366	29,676	30,683	31,635	32,560	33,471	34,380	35,294	36,217
Coef. Prismático ( $C_p$ )	0,570	0,590	0,581	0,564	0,587	0,615	0,636	0,652	0,665	0,676	0,685	0,693	0,699
Coef. Bloque ( $C_B$ )	0,185	0,201	0,228	0,248	0,280	0,313	0,342	0,366	0,387	0,406	0,422	0,436	0,449
Coef. Maestra ( $C_M$ )	0,408	0,408	0,433	0,479	0,516	0,547	0,564	0,587	0,606	0,623	0,638	0,651	0,663
Coef. Flotación ( $C_{Flot}$ )	0,591	0,639	0,694	0,719	0,770	0,785	0,793	0,801	0,807	0,814	0,821	0,828	0,835
LCB desde la perpendicular pp (m)	5,404	5,262	5,103	4,928	4,745	4,606	4,519	4,467	4,436	4,420	4,416	4,420	4,432
LCF desde la perpendicular pp (m)	5,138	4,843	4,577	4,283	4,042	4,068	4,133	4,201	4,271	4,344	4,419	4,497	4,577
KB (m)	0,611	0,691	0,768	0,839	0,908	0,973	1,036	1,096	1,155	1,214	1,272	1,330	1,389
$BM_t$ (m)	1,537	1,969	1,990	1,863	1,736	1,538	1,371	1,243	1,143	1,063	0,998	0,944	0,900
$BM_L$ (m)	15,293	15,766	16,482	17,526	17,726	15,492	13,645	12,271	11,217	10,388	9,725	9,188	8,748
$KM_t$ (m)	2,148	2,661	2,758	2,702	2,644	2,511	2,406	2,339	2,298	2,277	2,270	2,275	2,288
$KM_L$ (m)	15,904	16,457	17,250	18,365	18,634	16,466	14,681	13,367	12,373	11,602	10,997	10,518	10,136
Toneladas por cm de inmersión	0,139	0,183	0,222	0,259	0,291	0,304	0,314	0,324	0,334	0,343	0,352	0,362	0,371
Momento para trimar un cm	0,048	0,075	0,112	0,162	0,213	0,234	0,249	0,265	0,282	0,299	0,317	0,336	0,357

Tabla 7. Hidrostáticas de la embarcación trimado 0,150m por proa

## 2.8. Trimado 0,250 m por proa

Calado (m)	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	2,000
Desplazamiento ( $ton$ )	3,241	4,811	6,776	9,103	11,77	14,73	17,83	21,04	24,35	27,75	31,25	34,84	38,53
Calado en la $P_{pp}$ (m)	0,925	1,025	1,125	1,225	1,325	1,425	1,525	1,625	1,725	1,825	1,925	2,025	2,125
Calado en la $P_{pr}$ (m)	0,675	0,775	0,875	0,975	1,075	1,175	1,275	1,375	1,475	1,575	1,675	1,775	1,875
Eslora en la flotación ( $L_{WL}$ )	9,091	9,234	9,558	10,388	11,084	11,159	11,233	11,307	11,381	11,455	11,529	11,603	11,677
Manga en la flotación ( $B_{WL}$ )	2,521	3,037	3,171	3,259	3,331	3,394	3,452	3,504	3,553	3,601	3,646	3,688	3,727
Superficie mojada ( $m^2$ )	19,863	24,653	28,776	33,001	37,486	41,023	43,806	46,587	49,384	52,203	55,049	57,927	60,843
Área de la flotación ( $m^2$ )	13,282	17,379	21,027	24,337	27,701	29,756	30,810	31,789	32,738	33,672	34,604	35,542	36,492
Coef. Prismático ( $C_p$ )	0,556	0,579	0,590	0,576	0,573	0,602	0,625	0,644	0,658	0,670	0,680	0,689	0,696
Coef. Bloque ( $C_B$ )	0,198	0,210	0,244	0,264	0,284	0,317	0,346	0,371	0,393	0,411	0,428	0,442	0,456
Coef. Maestra ( $C_M$ )	0,409	0,409	0,447	0,479	0,516	0,547	0,572	0,594	0,612	0,628	0,641	0,654	0,665
Coef. Flotación ( $C_{Flot}$ )	0,580	0,620	0,694	0,719	0,750	0,786	0,795	0,802	0,810	0,816	0,823	0,830	0,839
LCB desde la perpendicular pp (m)	5,552	5,417	5,268	5,106	4,936	4,775	4,665	4,595	4,552	4,527	4,515	4,514	4,520
LCF desde la perpendicular pp (m)	5,285	5,009	4,768	4,507	4,205	4,114	4,174	4,240	4,311	4,384	4,460	4,539	4,621
KB (m)	0,616	0,694	0,769	0,839	0,906	0,971	1,033	1,094	1,153	1,212	1,271	1,330	1,388
$BM_t$ (m)	1,456	1,871	1,928	1,810	1,691	1,557	1,388	1,258	1,156	1,075	1,009	0,955	0,910
$BM_L$ (m)	14,602	14,946	15,380	16,048	17,085	15,995	14,072	12,633	11,532	10,670	9,982	9,427	8,974
$KM_t$ (m)	2,072	2,565	2,697	2,649	2,597	2,528	2,422	2,352	2,309	2,287	2,280	2,284	2,298
$KM_L$ (m)	15,218	15,640	16,148	16,887	17,991	16,966	15,106	13,727	12,686	11,882	11,253	10,756	10,362
Toneladas por cm de inmersión	0,136	0,178	0,216	0,249	0,284	0,305	0,316	0,326	0,336	0,345	0,355	0,364	0,374
Momento para trimar un cm	0,046	0,071	0,103	0,146	0,201	0,237	0,253	0,270	0,287	0,305	0,323	0,343	0,364

Tabla 8. Hidrostáticas de la embarcación trimado 0,250m por proa

### 3. Carenas inclinadas

Las curvas de KN o carenas inclinadas, son las curvas hidrostáticas que nos proporcionan el parámetro indicativo de la estabilidad a grandes ángulos para varias situaciones de desplazamiento y ángulos de trimado.

El parámetro indicativo de la estabilidad a grandes ángulos es el GZ, valor del brazo adrizante, que depende de la posición del centro de gravedad de la embarcación. Para evitar tener que calcular la posición del centro de gravedad para cada situación de carga, se calculan las curvas de estabilidad con un centro de gravedad ficticio y posteriormente se corrigen para un determinado centro de gravedad, utilizando la siguiente expresión:

$$GZ = KN - KG \cdot \sin \theta$$

Luego conocidas las curvas KN, para un determinado centro de gravedad se puede obtener el valor del brazo adrizante. Siendo K, el punto más bajo de la quilla, para nuestro caso.

A continuación se presentan las curvas de carenas inclinadas desde 0 ° hasta 45° de escora, y para desplazamientos desde 5 toneladas (valor del peso en rosca estimado inicialmente), hasta 40 toneladas (desplazamiento máximo obtenido en el apartado anterior).

Se han analizado las mismas situaciones de trimado que para el cálculo de las curvas hidrostáticas.

#### 3.1. Trimado 0,500 m por popa

Despl.(ton)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)
5	0	0,285	0,523	0,726	0,904	1,065	1,218	1,375	1,536	1,696
8,5	0	0,258	0,497	0,705	0,889	1,056	1,21	1,354	1,496	1,635
12	0	0,231	0,458	0,672	0,864	1,039	1,201	1,353	1,484	1,592
15,5	0	0,215	0,429	0,64	0,839	1,023	1,193	1,339	1,459	1,555
19	0	0,205	0,411	0,616	0,818	1,009	1,175	1,312	1,424	1,515
22,5	0	0,2	0,4	0,6	0,8	0,989	1,146	1,277	1,385	1,473
26	0	0,197	0,394	0,591	0,786	0,96	1,11	1,236	1,342	1,43
29,5	0	0,195	0,391	0,586	0,766	0,927	1,069	1,193	1,297	1,385
33	0	0,195	0,39	0,576	0,742	0,891	1,026	1,146	1,25	1,34
36,5	0	0,196	0,386	0,557	0,713	0,854	0,983	1,099	1,202	1,293
40	0	0,194	0,371	0,532	0,679	0,815	0,939	1,052	1,154	1,246

Tabla 9.Carenas inclinadas trimado 0,500m por popa

### 3.2. Trimado 0,250 m por popa

Despl.(ton)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)
5	0	0,26	0,49	0,689	0,866	1,027	1,18	1,337	1,502	1,673
8,5	0	0,255	0,487	0,689	0,869	1,034	1,186	1,329	1,471	1,615
12	0	0,232	0,458	0,666	0,854	1,026	1,186	1,337	1,472	1,583
15,5	0	0,216	0,43	0,64	0,836	1,016	1,184	1,334	1,456	1,554
19	0	0,206	0,412	0,618	0,819	1,007	1,176	1,315	1,428	1,519
22,5	0	0,2	0,401	0,602	0,803	0,994	1,154	1,285	1,392	1,48
26	0	0,197	0,395	0,593	0,792	0,971	1,122	1,248	1,352	1,438
29,5	0	0,196	0,392	0,589	0,777	0,941	1,084	1,206	1,309	1,395
33	0	0,196	0,392	0,584	0,755	0,906	1,041	1,16	1,262	1,35
36,5	0	0,196	0,392	0,57	0,727	0,869	0,996	1,111	1,213	1,303
40	0	0,198	0,384	0,547	0,694	0,827	0,95	1,062	1,163	1,254

Tabla 10.Carenas inclinadas trimado 0,250m por popa

### 3.3. Trimado 0,150 m por popa

Despl.(ton)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)
5	0	0,25	0,475	0,673	0,849	1,01	1,164	1,321	1,486	1,661
8,5	0	0,252	0,481	0,681	0,861	1,024	1,176	1,319	1,462	1,606
12	0	0,232	0,456	0,663	0,849	1,021	1,18	1,33	1,466	1,579
15,5	0	0,216	0,431	0,64	0,834	1,013	1,181	1,331	1,454	1,552
19	0	0,206	0,413	0,619	0,819	1,006	1,175	1,315	1,428	1,519
22,5	0	0,201	0,402	0,604	0,805	0,995	1,156	1,287	1,395	1,482
26	0	0,198	0,396	0,595	0,794	0,975	1,126	1,252	1,356	1,441
29,5	0	0,196	0,393	0,591	0,78	0,946	1,089	1,21	1,313	1,398
33	0	0,196	0,393	0,587	0,76	0,912	1,046	1,164	1,266	1,353
36,5	0	0,197	0,394	0,574	0,733	0,874	1,001	1,115	1,217	1,306
40	0	0,198	0,388	0,552	0,699	0,832	0,954	1,065	1,166	1,257

Tabla 11.Carenas inclinadas trimado 0,150m por popa

### 3.4. Trimado 0,050 m por popa

Despl.(ton)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)
5	0	0,242	0,459	0,655	0,832	0,993	1,147	1,304	1,471	1,648
8,5	0	0,248	0,474	0,673	0,851	1,014	1,166	1,309	1,452	1,598
12	0	0,232	0,454	0,659	0,844	1,015	1,174	1,324	1,46	1,574
15,5	0	0,216	0,431	0,639	0,832	1,01	1,177	1,327	1,452	1,551
19	0	0,207	0,414	0,62	0,818	1,005	1,174	1,315	1,429	1,519
22,5	0	0,201	0,403	0,605	0,806	0,996	1,158	1,289	1,396	1,483
26	0	0,198	0,397	0,596	0,796	0,978	1,13	1,255	1,358	1,443
29,5	0	0,197	0,394	0,592	0,783	0,951	1,094	1,214	1,316	1,401
33	0	0,197	0,394	0,589	0,764	0,917	1,051	1,169	1,27	1,356
36,5	0	0,197	0,395	0,578	0,737	0,878	1,005	1,119	1,22	1,309
40	0	0,199	0,391	0,556	0,703	0,836	0,957	1,068	1,169	1,259

Tabla 12.Carenas inclinadas trimado 0,050m por popa

### 3.5.

### Trimado cero

Despl.(ton)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)
5	0	0,238	0,453	0,647	0,823	0,985	1,139	1,296	1,463	1,641
8,5	0	0,245	0,47	0,668	0,846	1,009	1,161	1,304	1,447	1,593
12	0	0,231	0,453	0,657	0,842	1,012	1,17	1,32	1,456	1,571
15,5	0	0,217	0,431	0,638	0,831	1,009	1,176	1,326	1,45	1,549
19	0	0,207	0,414	0,62	0,818	1,004	1,173	1,314	1,428	1,519
22,5	0	0,202	0,403	0,606	0,807	0,997	1,158	1,29	1,397	1,484
26	0	0,199	0,398	0,597	0,797	0,98	1,131	1,256	1,36	1,444
29,5	0	0,197	0,395	0,593	0,785	0,953	1,096	1,216	1,317	1,402
33	0	0,197	0,395	0,59	0,766	0,919	1,053	1,17	1,271	1,357
36,5	0	0,198	0,396	0,58	0,739	0,881	1,007	1,121	1,222	1,31
40	0	0,199	0,392	0,558	0,705	0,838	0,959	1,07	1,17	1,261

Tabla 13.Carenas inclinadas trimado cero

### 3.6.

### Trimado 0,050 m por proa

Despl.(ton)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)
5	0	0,234	0,446	0,638	0,814	0,976	1,131	1,288	1,455	1,634
8,5	0	0,242	0,466	0,663	0,841	1,004	1,156	1,299	1,443	1,589
12	0	0,231	0,451	0,655	0,839	1,009	1,167	1,317	1,453	1,569
15,5	0	0,217	0,431	0,638	0,83	1,007	1,174	1,324	1,448	1,548
19	0	0,207	0,415	0,62	0,818	1,004	1,173	1,314	1,428	1,519
22,5	0	0,202	0,404	0,607	0,807	0,997	1,159	1,291	1,398	1,484
26	0	0,199	0,398	0,598	0,798	0,981	1,133	1,257	1,361	1,445
29,5	0	0,198	0,396	0,594	0,786	0,955	1,097	1,218	1,319	1,403
33	0	0,197	0,395	0,591	0,768	0,921	1,055	1,172	1,273	1,359
36,5	0	0,198	0,396	0,581	0,741	0,882	1,009	1,122	1,223	1,311
40	0	0,199	0,393	0,56	0,707	0,839	0,96	1,071	1,172	1,262

Tabla 14.Carenas inclinadas trimado 0,050m por proa

### 3.7.

### Trimado 0,150 m por proa

Despl.(ton)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)
5	0	0,227	0,434	0,623	0,797	0,959	1,114	1,272	1,439	1,62
8,5	0	0,236	0,457	0,654	0,831	0,994	1,145	1,29	1,434	1,581
12	0	0,229	0,448	0,65	0,833	1,003	1,161	1,311	1,447	1,563
15,5	0	0,217	0,431	0,636	0,827	1,004	1,17	1,32	1,445	1,545
19	0	0,208	0,416	0,62	0,818	1,003	1,171	1,312	1,427	1,519
22,5	0	0,203	0,405	0,608	0,808	0,998	1,159	1,291	1,398	1,485
26	0	0,2	0,4	0,6	0,801	0,983	1,135	1,259	1,362	1,447
29,5	0	0,198	0,397	0,596	0,789	0,958	1,1	1,22	1,321	1,405
33	0	0,198	0,397	0,594	0,771	0,925	1,059	1,175	1,275	1,361
36,5	0	0,199	0,398	0,584	0,745	0,886	1,012	1,125	1,226	1,314
40	0	0,2	0,394	0,563	0,709	0,842	0,963	1,074	1,174	1,264

Tabla 15.Carenas inclinadas trimado 0,150m por proa

### 3.8. Trimado 0,250 m por proa

Despl.(ton)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)	KN 0°(m)
5	0	0,22	0,422	0,608	0,781	0,943	1,098	1,257	1,424	1,606
8,5	0	0,231	0,448	0,644	0,82	0,983	1,135	1,28	1,426	1,573
12	0	0,226	0,443	0,644	0,828	0,997	1,155	1,305	1,442	1,558
15,5	0	0,217	0,429	0,634	0,824	1,001	1,167	1,317	1,441	1,542
19	0	0,209	0,417	0,621	0,817	1,002	1,17	1,311	1,426	1,517
22,5	0	0,203	0,407	0,61	0,81	0,998	1,159	1,291	1,398	1,485
26	0	0,2	0,401	0,603	0,803	0,984	1,136	1,261	1,363	1,448
29,5	0	0,199	0,399	0,599	0,792	0,96	1,103	1,222	1,322	1,407
33	0	0,199	0,398	0,596	0,773	0,928	1,061	1,177	1,277	1,362
36,5	0	0,2	0,4	0,585	0,747	0,888	1,015	1,128	1,228	1,315
40	0	0,201	0,396	0,564	0,711	0,844	0,965	1,076	1,176	1,265

Tabla 16.Carenas inclinadas trimado 0,250m por proa

## 4. Tablas de capacidades y c. de g. de espacios, con resúmenes por tipo de contenido

En este apartado se exponen las capacidades, posición del centro de gravedad y el contenido de cada uno de los tanques que han sido definidos en el cuadernillo de disposición general.

### 4.1. Tabla de capacidades y centros de gravedad

A continuación se muestra una tabla resumen con las capacidades y centros de gravedad de cada tanque. Los tanques se han numerado de popa a proa y de estribor a babor.

Identificador del espacio	Espacio	Capacidad m3	$X_g(m)$	$Y_g(m)$	$Z_g(m)$
1	Tanque de combustible 1 (Estribor)	0,459	-0,043	0,968	1,208
2	Tanque de combustible 1 (Babor)	0,459	-0,043	-0,968	1,208
3	Vivero	2,529	1,341	0	1,12
4	Bodega	6,822	3,688	0	1,024
5	Tanque de combustible 2 (Estribor )	0,902	6,321	1,188	1,141
6	Tanque de combustible 2 (Babor)	0,902	6,321	-1,188	1,141
7	Pique de proa	0,551	10,112	0	1,726

Tabla 17.Capacidades y centro de gravedad

## 4.2. Tablas de espacios

### 4.2.1. Tanque de combustible 1 (Estribor)

El tanque de combustible 1 de estribor se sitúa, en la zona de popa, entre las cuadernas C-1 y C1, delimitado por el costado del casco en la zona de estribor y por un mamparo situado a 0,50m de crujía.

Tipo de fluido: Combustible diesel

Permeabilidad: 94%

Densidad relativa: 0,84

Sonda (m)	Vaciado (m)	Llenado %	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Capacidad (ton)	$X_g$ (m)	$Y_g$ (m)	$Z_g$ (m)	FSM (ton · m)
0,624	0	100	0,459	0,386	-0,043	0,968	1,208	0
0,614	0,01	98	0,45	0,378	-0,043	0,968	1,203	0
0,614	0,01	97,9	0,45	0,378	-0,043	0,968	1,203	0,072
0,6	0,024	95,2	0,437	0,367	-0,043	0,966	1,196	0,072
0,575	0,049	90,2	0,414	0,348	-0,042	0,964	1,183	0,071
0,55	0,074	85,2	0,391	0,329	-0,041	0,961	1,17	0,07
0,525	0,099	80,2	0,368	0,309	-0,04	0,959	1,157	0,069
0,5	0,124	75,3	0,346	0,29	-0,04	0,956	1,144	0,068
0,475	0,149	70,3	0,323	0,271	-0,039	0,953	1,131	0,067
0,45	0,174	65,5	0,301	0,253	-0,037	0,949	1,118	0,066
0,425	0,199	60,6	0,278	0,234	-0,036	0,945	1,104	0,065
0,4	0,224	55,7	0,256	0,215	-0,035	0,941	1,091	0,064
0,375	0,249	50,9	0,234	0,196	-0,033	0,937	1,078	0,062
0,35	0,274	46,2	0,212	0,178	-0,031	0,932	1,065	0,061
0,325	0,299	41,4	0,19	0,16	-0,028	0,926	1,052	0,06
0,3	0,324	36,7	0,169	0,142	-0,025	0,919	1,039	0,058
0,275	0,349	32	0,147	0,124	-0,02	0,911	1,025	0,057
0,25	0,374	27,4	0,126	0,106	-0,015	0,902	1,012	0,055
0,225	0,399	22,9	0,105	0,088	-0,007	0,889	0,998	0,053
0,2	0,424	18,4	0,084	0,071	0,005	0,872	0,984	0,051
0,175	0,449	13,9	0,064	0,054	0,023	0,847	0,969	0,048
0,15	0,474	9,7	0,045	0,037	0,052	0,811	0,953	0,039
0,125	0,499	6	0,028	0,023	0,093	0,766	0,935	0,026
0,1	0,524	3,2	0,015	0,012	0,156	0,723	0,917	0,014
0,075	0,549	1,4	0,006	0,005	0,232	0,682	0,898	0,005
0,067	0,557	1	0,005	0,004	0,255	0,667	0,892	0,004
0,05	0,574	0,4	0,002	0,002	0,298	0,637	0,879	0,001
0,025	0,599	0,1	0	0	0,348	0,582	0,861	0

Tabla 18. Resumen de capacidades del tanque de combustible 1 (Estribor)



#### 4.2.2. Tanque de combustible 1 (babor)

El tanque de combustible 1 babor, es el tanque simétrico al tanque de combustible 1 estribor, respecto crujía

Tipo de fluido: Combustible Diesel

Permeabilidad: 94%

Densidad relativa: 0,84

Sonda (m)	Vaciado (m)	Llenado %	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Capacidad (ton)	$X_g$ (m)	$Y_g$ (m)	$Z_g$ (m)	FSM (ton · m)
0,624	0	100	0,459	0,386	-0,043	-0,968	1,208	0
0,614	0,01	98	0,45	0,378	-0,043	-0,968	1,203	0
0,614	0,01	97,9	0,45	0,378	-0,043	-0,968	1,203	0,072
0,6	0,024	95,2	0,437	0,367	-0,043	-0,966	1,196	0,072
0,575	0,049	90,2	0,414	0,348	-0,042	-0,964	1,183	0,071
0,55	0,074	85,2	0,391	0,329	-0,041	-0,961	1,17	0,07
0,525	0,099	80,2	0,368	0,309	-0,04	-0,959	1,157	0,069
0,5	0,124	75,3	0,346	0,29	-0,04	-0,956	1,144	0,068
0,475	0,149	70,3	0,323	0,271	-0,039	-0,953	1,131	0,067
0,45	0,174	65,5	0,301	0,253	-0,037	-0,949	1,118	0,066
0,425	0,199	60,6	0,278	0,234	-0,036	-0,945	1,104	0,065
0,4	0,224	55,7	0,256	0,215	-0,035	-0,941	1,091	0,064
0,375	0,249	50,9	0,234	0,196	-0,033	-0,937	1,078	0,062
0,35	0,274	46,2	0,212	0,178	-0,031	-0,932	1,065	0,061
0,325	0,299	41,4	0,19	0,16	-0,028	-0,926	1,052	0,06
0,3	0,324	36,7	0,169	0,142	-0,025	-0,919	1,039	0,058
0,275	0,349	32	0,147	0,124	-0,02	-0,911	1,025	0,057
0,25	0,374	27,4	0,126	0,106	-0,015	-0,902	1,012	0,055
0,225	0,399	22,9	0,105	0,088	-0,007	-0,889	0,998	0,053
0,2	0,424	18,4	0,084	0,071	0,005	-0,872	0,984	0,051
0,175	0,449	13,9	0,064	0,054	0,023	-0,847	0,969	0,048
0,15	0,474	9,7	0,045	0,037	0,052	-0,811	0,953	0,039
0,125	0,499	6	0,028	0,023	0,093	-0,766	0,935	0,026
0,1	0,524	3,2	0,015	0,012	0,156	-0,723	0,917	0,014
0,075	0,549	1,4	0,006	0,005	0,232	-0,682	0,898	0,005
0,067	0,557	1	0,005	0,004	0,255	-0,667	0,892	0,004
0,05	0,574	0,4	0,002	0,002	0,298	-0,637	0,879	0,001
0,025	0,599	0,1	0	0	0,348	-0,582	0,861	0
0	0,624	0	0	0	0,348	-0,582	0,861	0

Tabla 19. Resumen de capacidades del tanque de agua dulce 2

#### 4.2.3. Vivero

El vivero está situado entre las cuadernas C1 y C4 y delimitado por ambas partes del costado por el casco de la embarcación.

Tipo de fluido: Agua salada

Permeabilidad: 75%

Densidad relativa: 1,025

Sonda (m)	Vaciado (m)	Llenado %	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Capacidad (ton)	X <sub>g</sub> (m)	Y <sub>g</sub> (m)	Z <sub>g</sub> (m)	FSM (ton · m)
0,967	0	100	2,529	2,529	1,341	0	1,12	0
0,954	0,013	98	2,478	2,478	1,342	0	1,113	0
0,953	0,014	97,9	2,475	2,475	1,342	0	1,112	4,547
0,95	0,017	97,4	2,463	2,463	1,342	0	1,111	4,542
0,9	0,067	89,9	2,273	2,273	1,345	0	1,084	4,469
0,85	0,117	82,4	2,083	2,083	1,348	0	1,058	4,39
0,8	0,167	74,9	1,895	1,895	1,352	0	1,031	4,305
0,75	0,217	67,5	1,708	1,708	1,357	0	1,005	4,213
0,7	0,267	60,2	1,522	1,522	1,363	0	0,978	4,114
0,65	0,317	52,9	1,338	1,338	1,37	0	0,951	4,004
0,6	0,367	45,7	1,156	1,156	1,379	0	0,923	3,88
0,55	0,417	38,6	0,975	0,975	1,392	0	0,895	3,736
0,5	0,467	31,5	0,798	0,798	1,41	0	0,866	3,561
0,45	0,517	24,6	0,623	0,623	1,437	0	0,836	3,308
0,4	0,567	18,1	0,457	0,457	1,478	0	0,803	2,725
0,35	0,617	12,1	0,306	0,306	1,537	0	0,767	1,909
0,3	0,667	7,2	0,182	0,182	1,622	0	0,727	1,085
0,25	0,717	3,8	0,096	0,096	1,702	0	0,682	0,496
0,2	0,767	1,8	0,046	0,046	1,719	0	0,632	0,143
0,158	0,809	1	0,025	0,025	1,675	0	0,591	0,025
0,15	0,817	0,9	0,023	0,023	1,663	0	0,584	0,016
0,1	0,867	0,5	0,013	0,013	1,623	0	0,551	0,001
0,05	0,917	0,2	0,006	0,006	1,621	0	0,525	0
0	0,967	0	0	0	1,621	0	0,525	0

Tabla 20. Resumen de capacidades del vivero

#### 4.2.4. Bodega

La bodega se sitúa entre las cuadernas C4 y C10 y se extiende de babor a estribor.

Tipo de fluido: Agua + pescado

Permeabilidad: 75%

Densidad relativa: 0,5

Sonda (m)	Vaciado (m)	Llenado %	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Capacidad (ton)	$X_g$ (m)	$Y_g$ (m)	$Z_g$ (m)	FSM (ton · m)
1,117	0	100	6,822	3,411	3,688	0	1,024	0
1,1	0,017	98	6,686	3,343	3,689	0	1,015	0
1,1	0,017	98	6,683	3,341	3,689	0	1,015	0
1,099	0,018	97,9	6,679	3,339	3,689	0	1,014	5,559
1,05	0,067	92	6,275	3,138	3,692	0	0,988	5,454
1	0,117	86	5,87	2,935	3,694	0	0,961	5,345
0,95	0,167	80,1	5,468	2,734	3,698	0	0,935	5,234
0,9	0,217	74,3	5,068	2,534	3,701	0	0,908	5,119
0,85	0,267	68,5	4,672	2,336	3,706	0	0,881	4,999
0,8	0,317	62,7	4,279	2,139	3,711	0	0,854	4,876
0,75	0,367	57	3,889	1,944	3,717	0	0,827	4,747
0,7	0,417	51,3	3,503	1,751	3,725	0	0,799	4,612
0,65	0,467	45,7	3,12	1,56	3,734	0	0,772	4,467
0,6	0,517	40,2	2,742	1,371	3,746	0	0,744	4,313
0,55	0,567	34,7	2,369	1,184	3,761	0	0,715	4,14
0,5	0,617	29,3	2,001	1	3,782	0	0,686	3,935
0,45	0,667	24,1	1,641	0,82	3,809	0	0,655	3,628
0,4	0,717	19	1,295	0,648	3,845	0	0,623	3,083
0,35	0,767	14,3	0,978	0,489	3,892	0	0,589	2,243
0,3	0,817	10,2	0,699	0,35	3,953	0	0,555	1,491
0,25	0,867	6,8	0,467	0,233	4,019	0	0,52	0,892
0,2	0,917	4,2	0,287	0,143	4,064	0	0,484	0,467
0,15	0,967	2,3	0,156	0,078	4,05	0	0,449	0,198
0,1	1,017	1	0,071	0,035	3,918	0	0,415	0,05
0,098	1,019	1	0,068	0,034	3,91	0	0,414	0,047
0,05	1,067	0,3	0,019	0,01	3,525	0	0,385	0,008
0	1,117	0	0	0	3,525	0	0,385	0

Tabla 21. Resumen de capacidades de la bodega

#### 4.2.5. Tanque de combustible 2 (estribor)

Este tanque se sitúa entre las cuadernas C10 y C15 y delimitado por el costado de estribor del casco y por la cámara de máquinas por babor.

Tipo de fluido: Combustible diesel

Permeabilidad: 94%

Densidad relativa: 0,84

Sonda (m)	Vaciado (m)	Llenado %	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Capacidad (ton)	$X_g$ (m)	$Y_g$ (m)	$Z_g$ (m)	FSM (ton · m)
0,922	0	100	0,902	0,758	6,321	1,188	1,141	0
0,911	0,011	98	0,884	0,743	6,319	1,187	1,134	0
0,91	0,012	97,9	0,883	0,742	6,318	1,187	1,134	0,068
0,9	0,022	96,1	0,866	0,728	6,316	1,186	1,128	0,067
0,85	0,072	87,2	0,786	0,66	6,304	1,179	1,098	0,062
0,8	0,122	78,5	0,708	0,595	6,29	1,172	1,068	0,057
0,75	0,172	70,2	0,633	0,532	6,275	1,165	1,038	0,053
0,7	0,222	62,2	0,561	0,471	6,258	1,158	1,008	0,048
0,65	0,272	54,4	0,491	0,412	6,238	1,15	0,978	0,044
0,6	0,322	47	0,424	0,356	6,216	1,142	0,947	0,04
0,55	0,372	40	0,361	0,303	6,19	1,134	0,917	0,036
0,5	0,422	33,3	0,3	0,252	6,159	1,125	0,886	0,033
0,45	0,472	27	0,243	0,204	6,122	1,115	0,854	0,029
0,4	0,522	21,1	0,191	0,16	6,078	1,103	0,822	0,025
0,35	0,572	15,8	0,143	0,12	6,027	1,089	0,789	0,021
0,3	0,622	11,2	0,101	0,085	5,974	1,071	0,756	0,016
0,25	0,672	7,4	0,066	0,056	5,918	1,049	0,722	0,01
0,2	0,722	4,4	0,039	0,033	5,855	1,025	0,687	0,006
0,15	0,772	2,2	0,02	0,017	5,782	0,998	0,653	0,002
0,109	0,812	1	0,009	0,008	5,707	0,974	0,624	0,001
0,1	0,822	0,8	0,007	0,006	5,689	0,968	0,618	0,001
0,05	0,872	0,1	0,001	0,001	5,557	0,936	0,582	0
0	0,922	0	0	0	5,557	0,936	0,582	0

Tabla 22. Resumen de capacidades del tanque de combustible 2 (estribor)

#### 4.2.6. Tanque de combustible 2 (babor)

Es el tanque simétrico al anterior respecto al plano de crujía, con las mismas dimensiones que el anterior.

Tipo de fluido: Combustible diesel

Permeabilidad: 94%

Densidad relativa: 0,84

Sonda (m)	Vaciado (m)	Llenado %	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Capacidad (ton)	X <sub>g</sub> (m)	Y <sub>g</sub> (m)	Z <sub>g</sub> (m)	FSM (ton · m)
0,922	0	100	0,902	0,758	6,321	-1,188	1,141	0
0,911	0,011	98	0,884	0,743	6,319	-1,187	1,134	0
0,91	0,012	97,9	0,883	0,742	6,318	-1,187	1,134	0,068
0,9	0,022	96,1	0,866	0,728	6,316	-1,186	1,128	0,067
0,85	0,072	87,2	0,786	0,66	6,304	-1,179	1,098	0,062
0,8	0,122	78,5	0,708	0,595	6,29	-1,172	1,068	0,057
0,75	0,172	70,2	0,633	0,532	6,275	-1,165	1,038	0,053
0,7	0,222	62,2	0,561	0,471	6,258	-1,158	1,008	0,048
0,65	0,272	54,4	0,491	0,412	6,238	-1,15	0,978	0,044
0,6	0,322	47	0,424	0,356	6,216	-1,142	0,947	0,04
0,55	0,372	40	0,361	0,303	6,19	-1,134	0,917	0,036
0,5	0,422	33,3	0,3	0,252	6,159	-1,125	0,886	0,033
0,45	0,472	27	0,243	0,204	6,122	-1,115	0,854	0,029
0,4	0,522	21,1	0,191	0,16	6,078	-1,103	0,822	0,025
0,35	0,572	15,8	0,143	0,12	6,027	-1,089	0,789	0,021
0,3	0,622	11,2	0,101	0,085	5,974	-1,071	0,756	0,016
0,25	0,672	7,4	0,066	0,056	5,918	-1,049	0,722	0,01
0,2	0,722	4,4	0,039	0,033	5,855	-1,025	0,687	0,006
0,15	0,772	2,2	0,02	0,017	5,782	-0,998	0,653	0,002
0,109	0,812	1	0,009	0,008	5,707	-0,974	0,624	0,001
0,1	0,822	0,8	0,007	0,006	5,689	-0,968	0,618	0,001
0,05	0,872	0,1	0,001	0,001	5,557	-0,936	0,582	0
0	0,922	0	0	0	5,557	-0,936	0,582	0

Tabla 23. Resumen de capacidades del tanque de combustible 2 (babor)

#### 4.2.7. Pique de proa

Este tanque se sitúa entre las cuadernas 19 y 22 y transversalmente se extiende de banda a banda.

Tipo de fluido: Agua dulce

Permeabilidad: 94%

Densidad relativa: 1

Sonda (m)	Vaciado (m)	Llenado %	Capacidad ( $m^3$ )	Capacidad (ton)	$X_g$ (m)	$Y_g$ (m)	$Z_g$ (m)	FSM (ton · m)
1,458	0	100	0,551	0,551	10,112	0	1,726	0
1,448	0,011	98	0,54	0,54	10,111	0	1,718	0
1,447	0,011	97,9	0,54	0,54	10,111	0	1,718	0,408
1,4	0,058	89,4	0,493	0,493	10,11	0	1,683	0,341
1,3	0,158	73	0,403	0,403	10,106	0	1,609	0,23
1,2	0,258	58,8	0,324	0,324	10,103	0	1,535	0,152
1,1	0,358	46,5	0,257	0,257	10,098	0	1,462	0,097
1	0,458	36	0,199	0,199	10,093	0	1,389	0,061
0,9	0,558	27,2	0,15	0,15	10,087	0	1,316	0,036
0,8	0,658	19,9	0,11	0,11	10,08	0	1,244	0,021
0,7	0,758	14	0,077	0,077	10,071	0	1,173	0,011
0,6	0,858	9,3	0,051	0,051	10,06	0	1,103	0,006
0,5	0,958	5,7	0,032	0,032	10,044	0	1,032	0,003
0,4	1,058	3,1	0,017	0,017	10,021	0	0,96	0,001
0,3	1,158	1,3	0,007	0,007	9,991	0	0,886	0
0,274	1,184	1	0,006	0,006	9,983	0	0,867	0
0,2	1,258	0,4	0,002	0,002	9,958	0	0,811	0
0,1	1,358	0,1	0	0	9,922	0	0,736	0

Tabla 24. Resumen de capacidades del pique de proa

## 5. Situaciones de carga preliminares

---

En este apartado se van a exponer las distintas condiciones operacionales de la embarcación, que posteriormente serán estudiadas en el cuadernillo de “Situaciones de carga y resistencia longitudinal”.

- Salida del puerto con el 100% de los consumos: se estudiara la situación de salida hacia caladero con abastecimiento completo de combustible, provisiones, hielo, artes de pesca, etc.
- Salida del caladero con el 100% de pesca y el 35% de los consumos: se estudiará la situación de regreso a puerto con el total de la captura.
- Llegada a puerto con el 100% de la pesca y el 10% de los consumos.
- Llegada a puerto con el 10% de los consumibles y el 20 % de la captura.

## 6. Cálculos de francobordo y arqueo

---

### 6.1. Cálculos de francobordo

---

Se define el francobordo como la distancia desde la cubierta completa más elevada que posee medios de cierre permanentes para todas las aberturas expuestas a la intemperie, hasta la línea de flotación.

Nuestra embarcación se sale del rango de aplicación (eslora es menor de 24 m), del Convenio Internacional de las Líneas de Carga, por lo que para calcular el francobordo hemos utilizado las normas para la asignación del franco bordo y el marcado de las líneas de carga de las naves de bandera ecuatoriana de Dirección General de la Marina Mercante y del Litoral.

Según el Art. 3, de estas Normas, el franco bordo mínimo de las naves pesqueras de 12 metros de eslora o menos, se aplicarán las siguientes fórmulas en función del material de construcción:

- Naves de madera  $\Rightarrow FB = 0.07 D + 0.22$  (m)
- Naves de acero naval  $\Rightarrow FB = 0.07 D + 0.20$  (m)
- Naves de otro material  $\Rightarrow FB = 0.07 D + 0.25$  (m)



Donde:

D = Puntal de trazado en metros, en nuestro caso 1,467 m.

Sustituyendo en la expresión anterior correspondiente a embarcaciones de otros materiales, obtenemos el valor del francobordo mínimo:

$$FB = 0,07 D + 0,25 = 0,07 \cdot 1,467 + 0,25 = \mathbf{0,353 \text{ m}}$$

## 6.2. Cálculo del arqueo

### 6.2.1. Arqueo bruto

El arqueo en GT de la embarcación de nueva construcción de menos de 15 metros de eslora total, se calcula aplicando el reglamento CE nº 3259/94 del consejo del 22 de diciembre de 1994, con la siguiente expresión:

$$GT = K_1 \cdot V$$

$$K_1 = 0,2 + 0,02 \cdot \log_{10} V$$

Donde el volumen viene definido como:

$$V = a_1 \cdot (L_{oa} \cdot B_1 \cdot T_1)$$

- $L_{oa} \equiv$  eslora total, 12m.
- $B_1 \equiv$  manga en m, según el Convenio 1969, que corresponde a la manga máxima de la embarcación, 3,480 m.
- $T_1 \equiv$  puntal de trazado en m, según Convenio 1969, para nuestra embarcación es 1,467 m.
- $a_1 \equiv$  se define en función de la eslora total

$$a_1 = 0,5194 + 0,0145 \cdot L_{oa}$$

Sustituyendo en las expresiones anteriores:

$$a_1 = 0,5194 + 0,0145 \cdot 12 = 0,6934$$

$$V = 0,6934 \cdot (12 \cdot 3,480 \cdot 1,467) = 42,48 \text{ m}^3$$

$$K_1 = 0,2 + 0,02 \cdot \log_{10} 42,48 = 0,2326$$

$$GT = 0,2326 \cdot 42,48 = \mathbf{9,88 \text{ GT}}$$

### 6.2.2. Arqueo neto

---

Para calcular el arqueo neto de la embarcación, utilizamos la siguiente expresión:

$$NT = k_2 V_c \left( \frac{4d}{3D} \right)^2 + k_3 \left( N_1 + \frac{N_2}{10} \right)$$

Donde:

- $V_c \equiv$  volumen de los espacios destinados para la carga  $8,154 \text{ m}^3$ .
- $k_2 = 0,2 + 0,02 \cdot \log_{10} V_c$
- $D \equiv$  puntal de trazado en el centro de la embarcación,  $1,467 \text{ m}$ .
- $d \equiv$  calado de trazado en el centro de la embarcación  $1,067 \text{ m}$ .
- $\left( \frac{4 \cdot d}{3 \cdot D} \right)^2$  no debe ser menor que 1, en nuestro caso es menor luego tomaremos el valor 1.
- $k_2 \cdot V_c \cdot \left( \frac{4 \cdot d}{3 \cdot D} \right)^2$  no debe ser menor que  $0,25 \cdot GT$ , en nuestro caso es menor luego tomaremos  $0,25 \cdot GT$ .
- $N_1 \equiv$  Número de pasajeros en camarotes que no tengan más de 8 literas. En nuestro caso este valor es 5.
- $N_2 \equiv$  Número del resto de pasajeros. En nuestro caso también este valor es cero.
- $N_1 + N_2$  es el total de pasajeros a bordo. En nuestro caso vale 5, y por ser este valor menor que 13,  $N_1$  y  $N_2$  valen 0 a efectos del cálculo.
- $k_3 = 1,25 \left( \frac{GT + 10.000}{10.000} \right)$

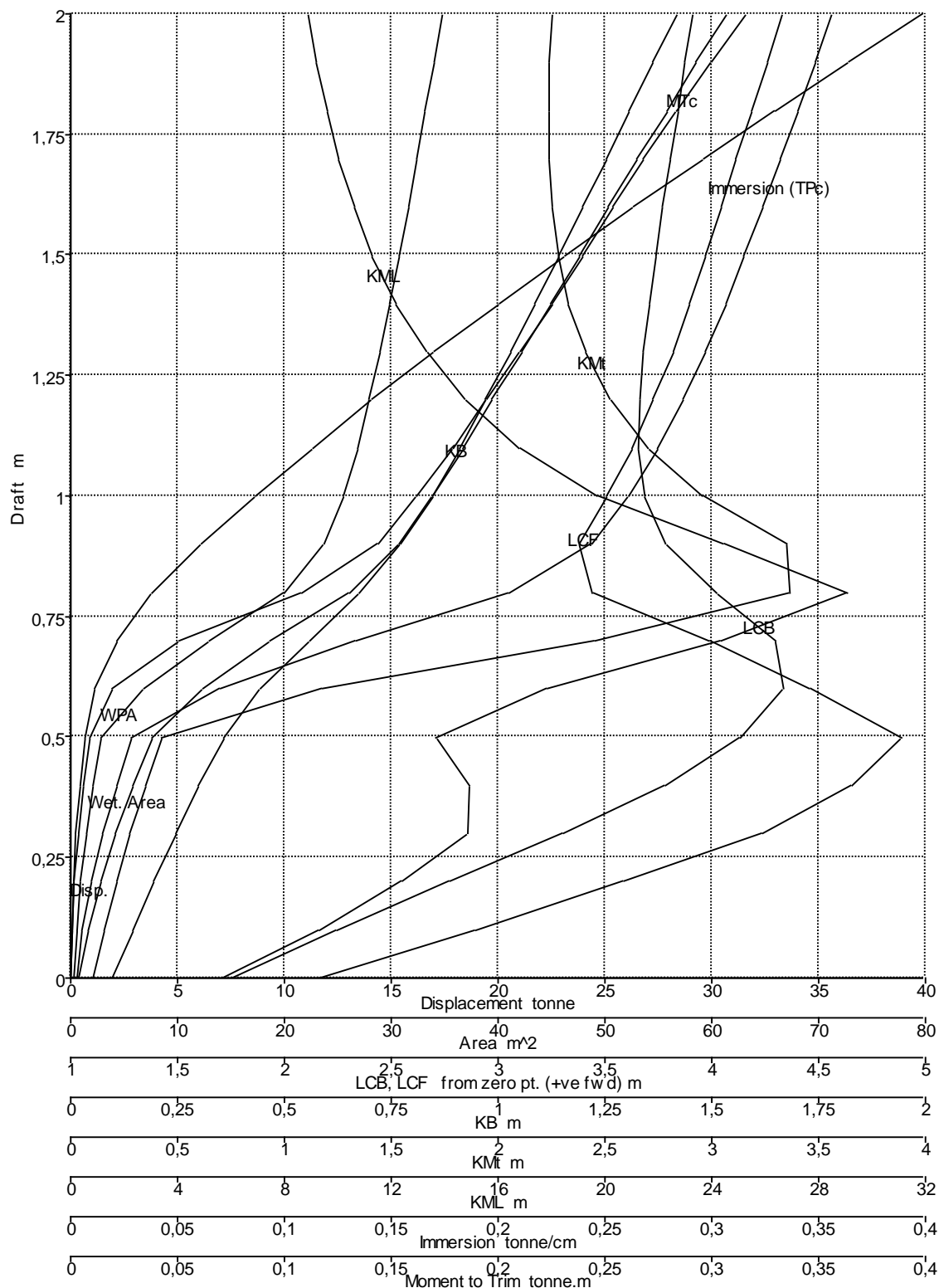
Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores el arqueo neto de la embarcación es,  $0,25 \cdot GT$ , mínimo establecido , **2,47 NT**.

## 7. Bibliografía

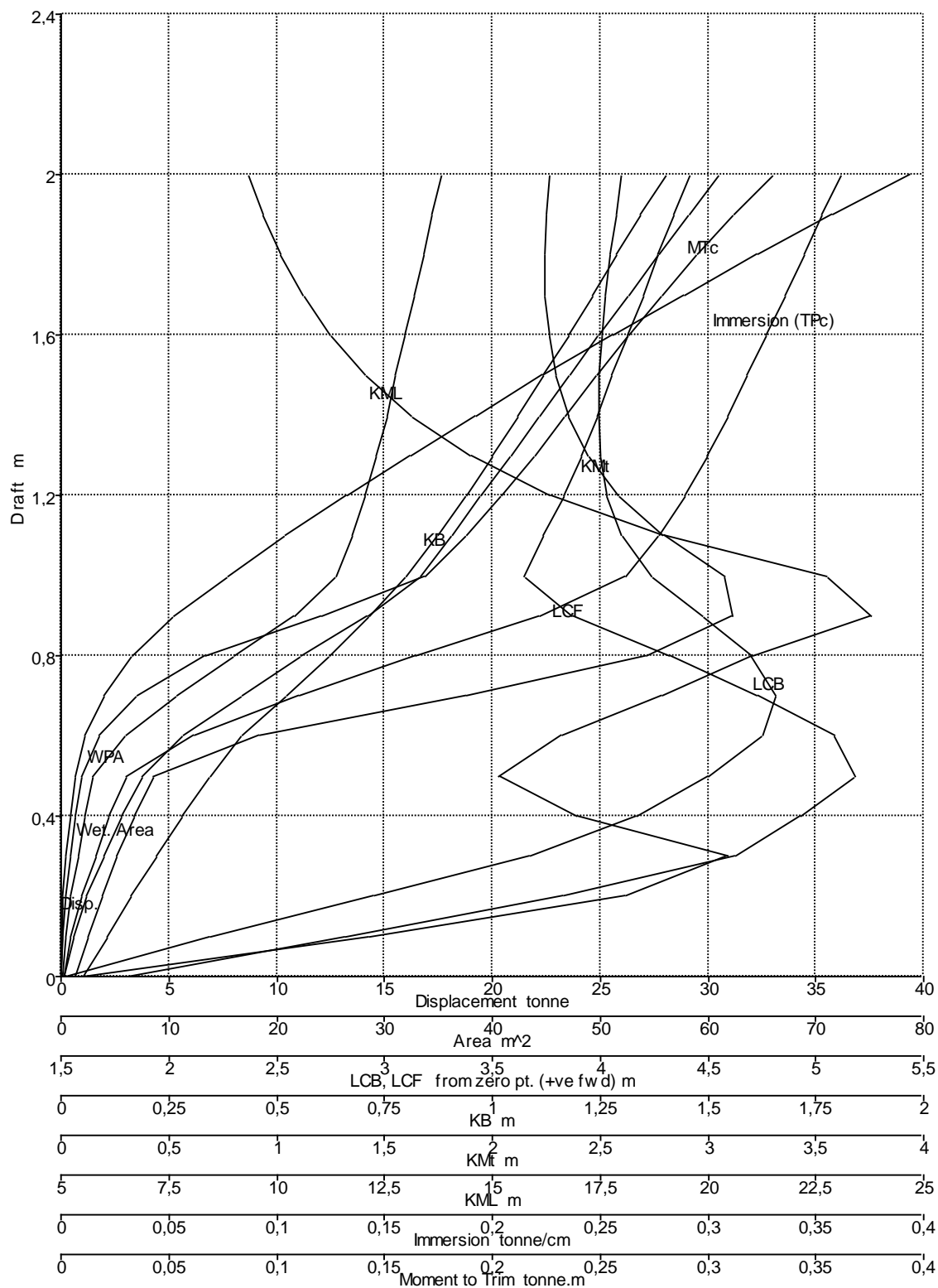
---

- [1] Apuntes de Hidrostática y Estabilidad. ETSIN. Luis Pérez Rojas.
- [2] Convenio internacional de las líneas de carga de 1966.
- [3] Directrices de aplicación voluntaria para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros pequeños, 2005. OMI.
- [4] Normas para la asignación del franco bordo y el marcado de las líneas de carga de las naves de bandera ecuatoriana. Dirección General de la Marina Mercante y del Litoral

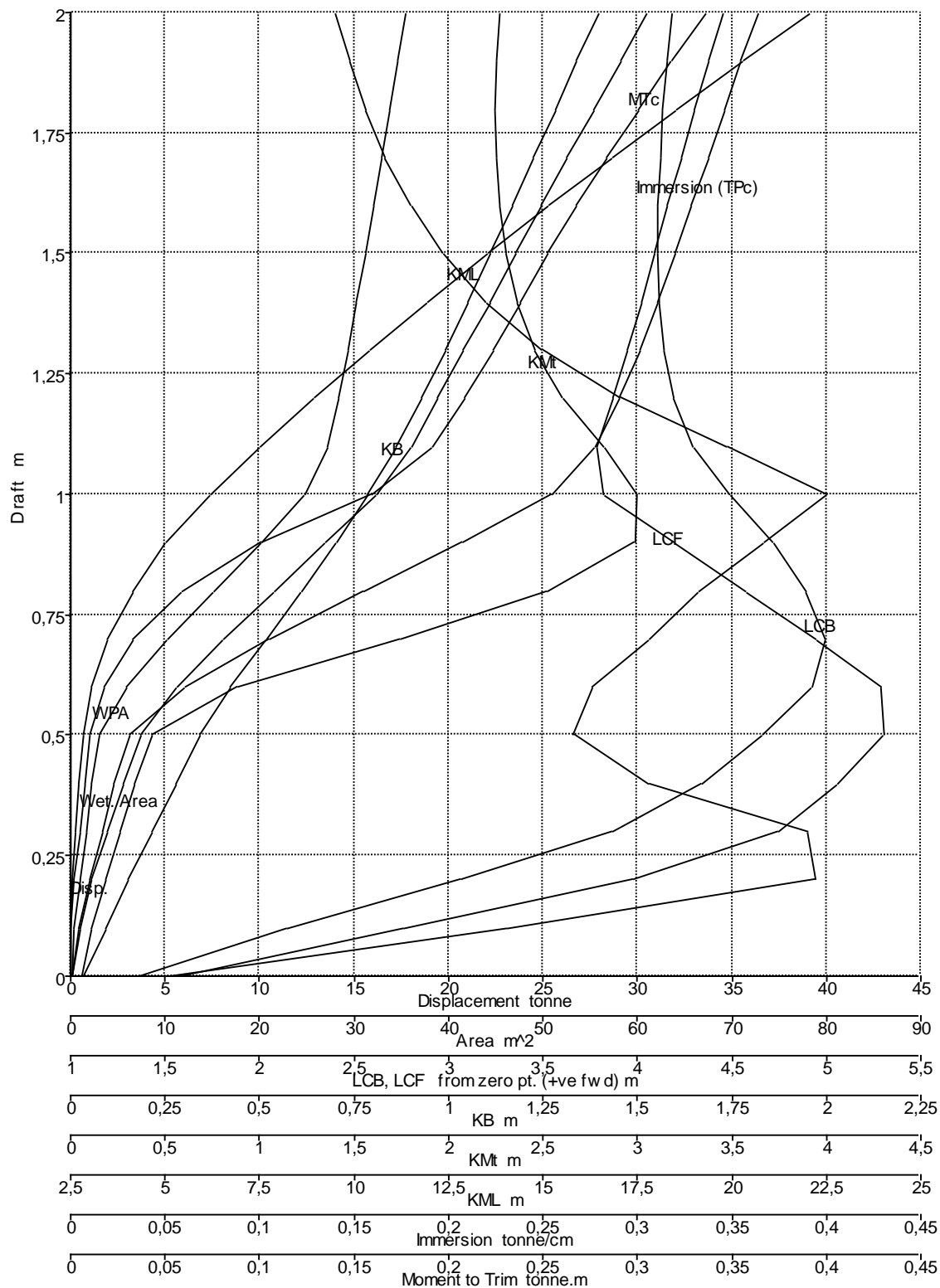
## 8. Anexo I. Curvas hidrostáticas



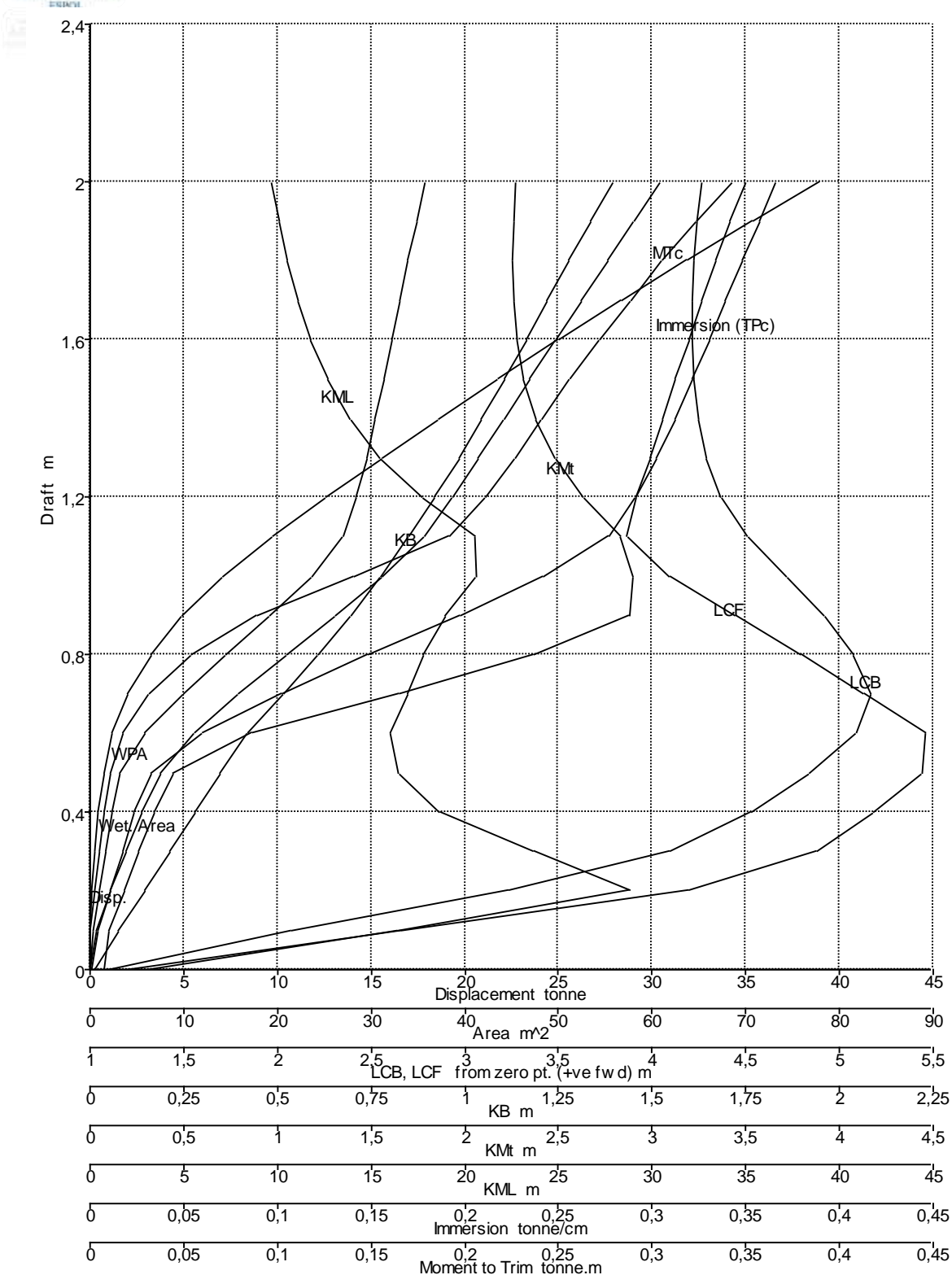
Gráfica 1. Curvas hidrostáticas trimado 0,500 m por popa



Gráfica 2. Curvas hidrostáticas trimado 0,250 m por popa

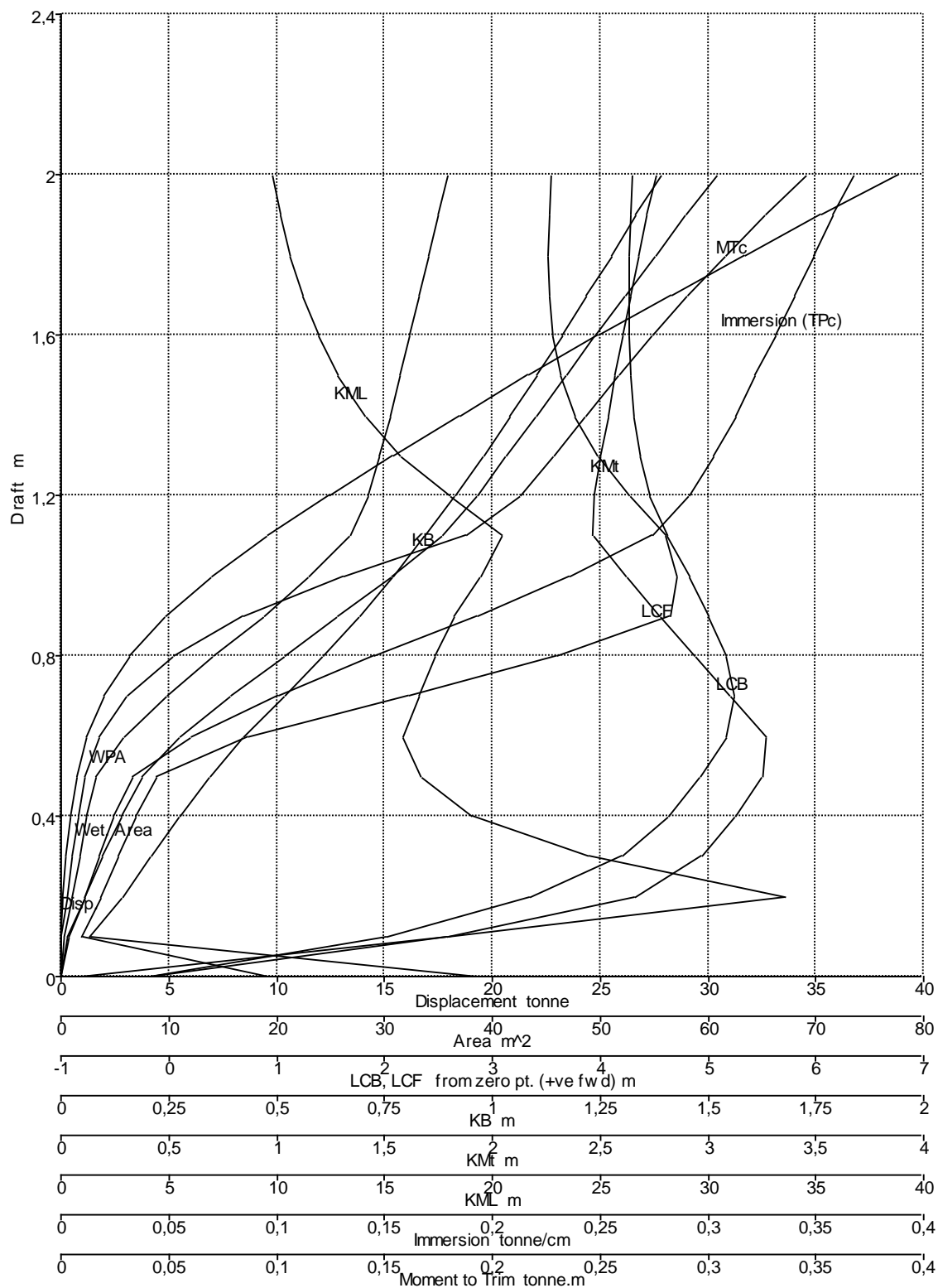


Gráfica 3. Curvas hidrostáticas trimado 0,150 m por popa

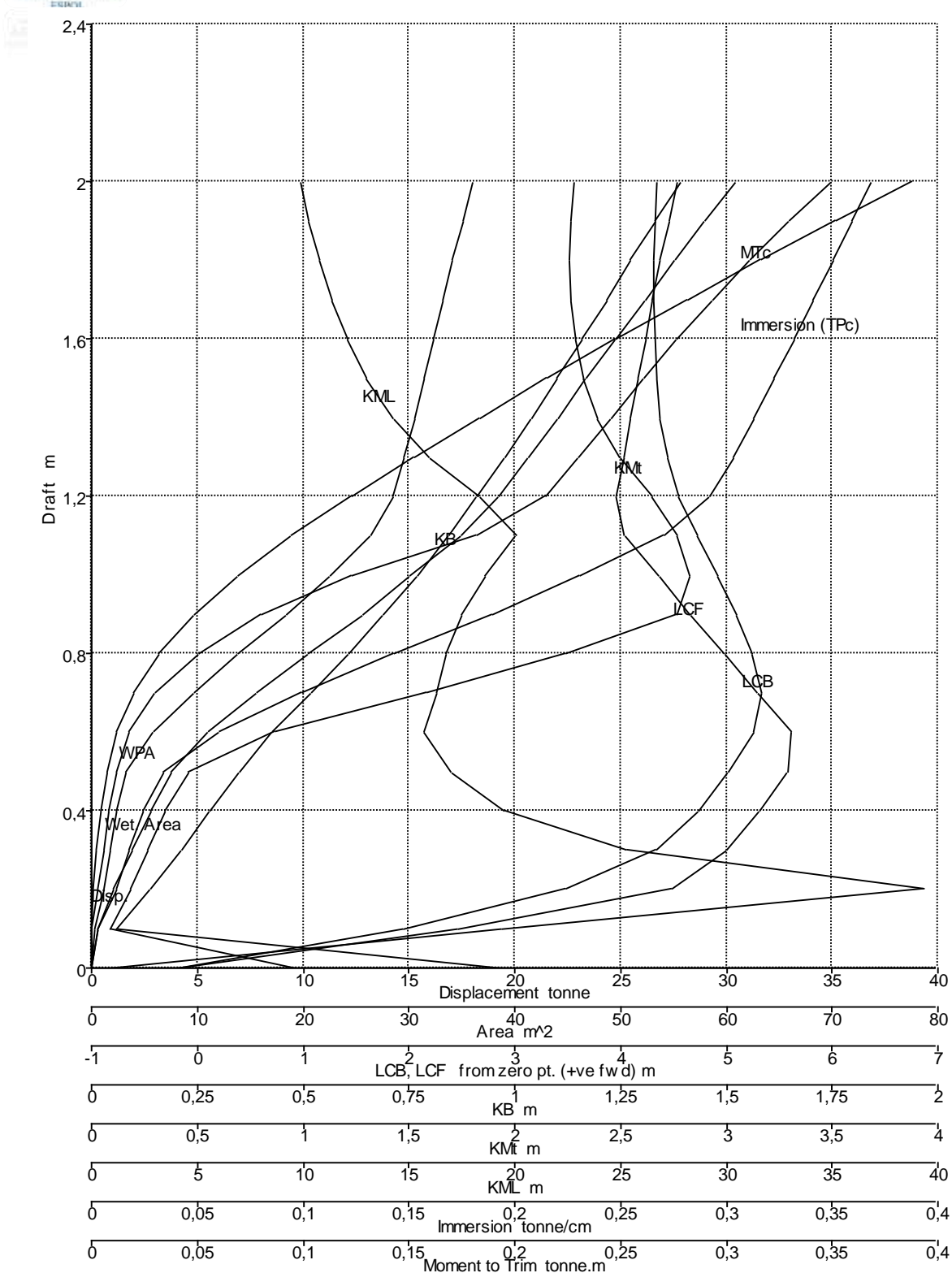


Gráfica 4. Curvas hidrostáticas trimado 0,050 m por popa

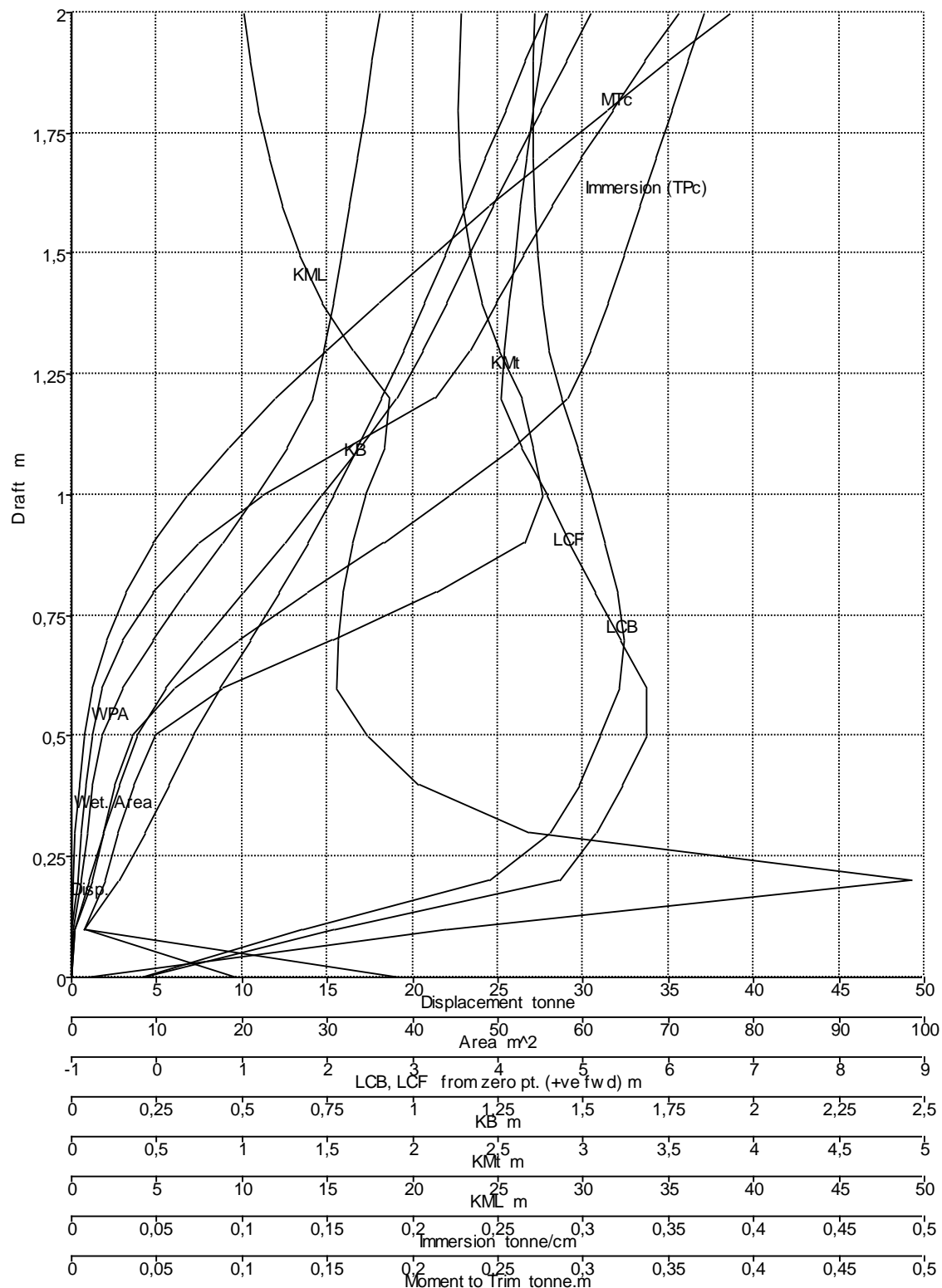




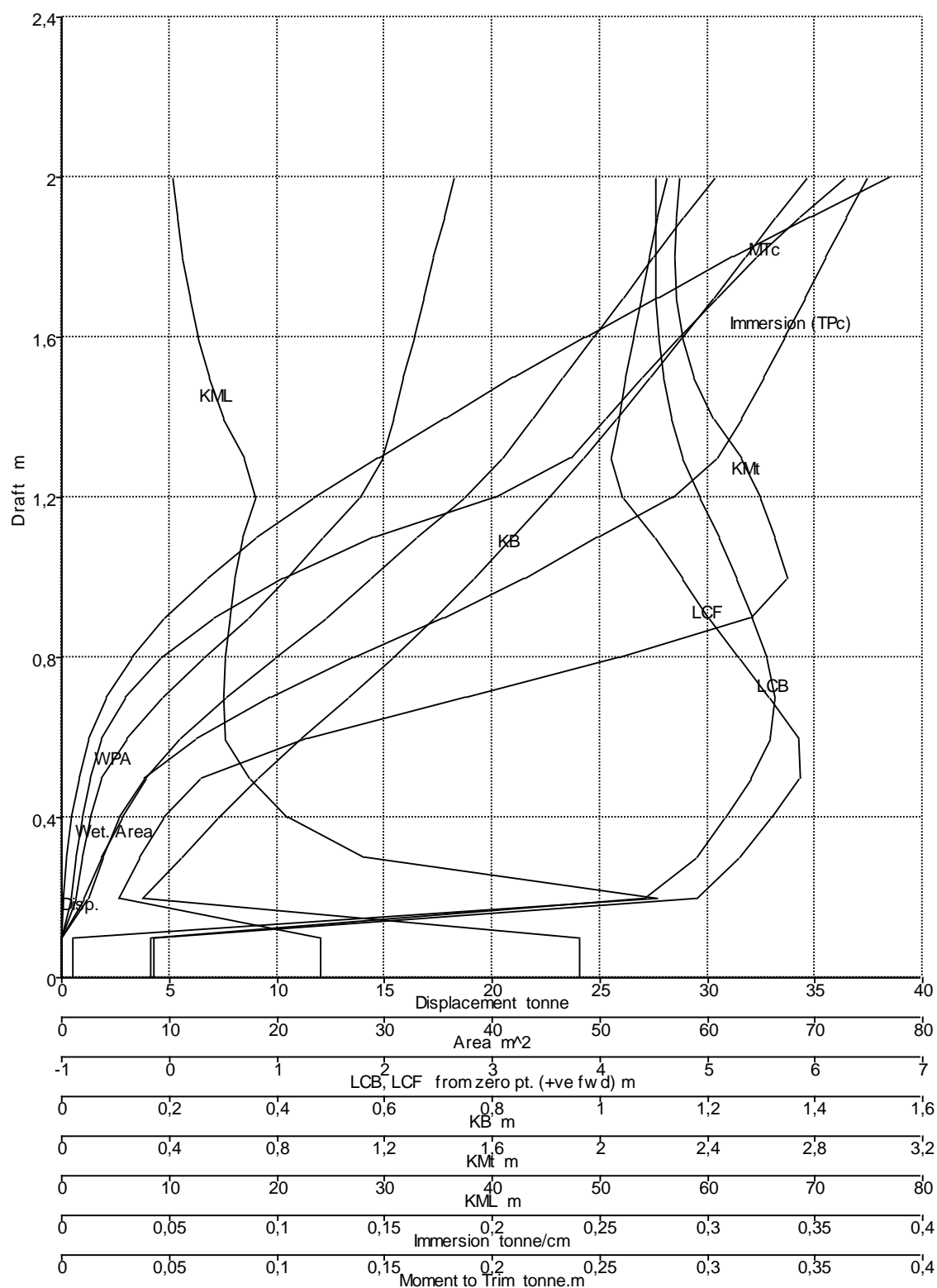
Gráfica 5. Curvas hidrostáticas trimado cero



Gráfica 6. Curvas hidrostáticas trimado 0,050m por proa

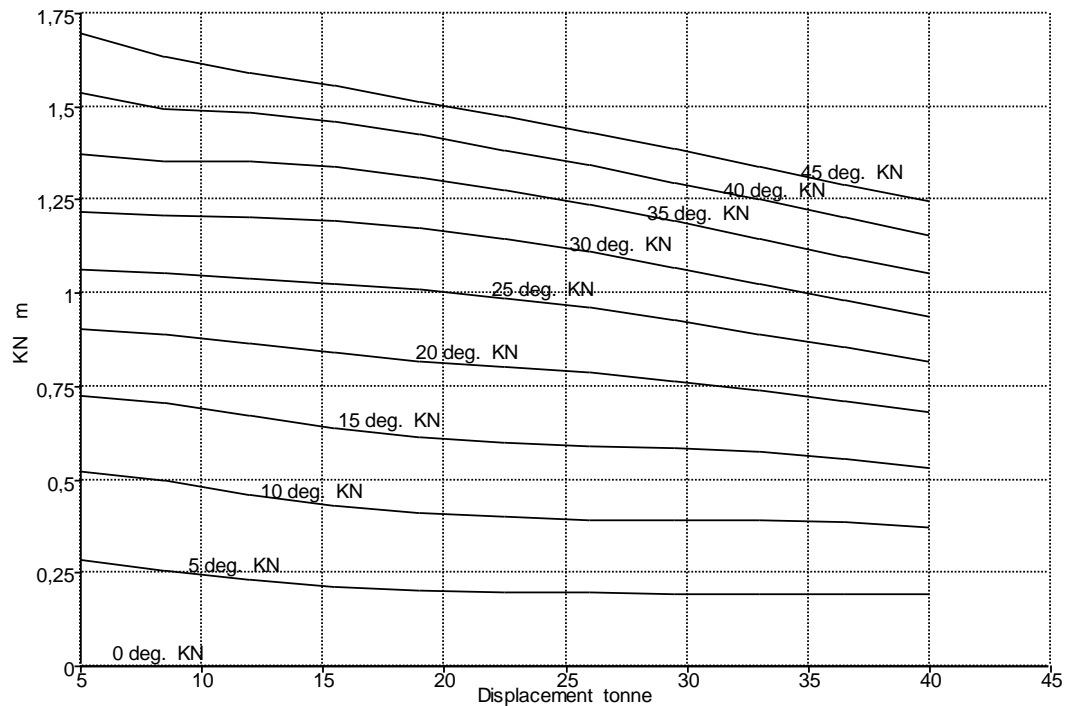


Gráfica 7. Curvas hidrostáticas trimado 0,150m por proa

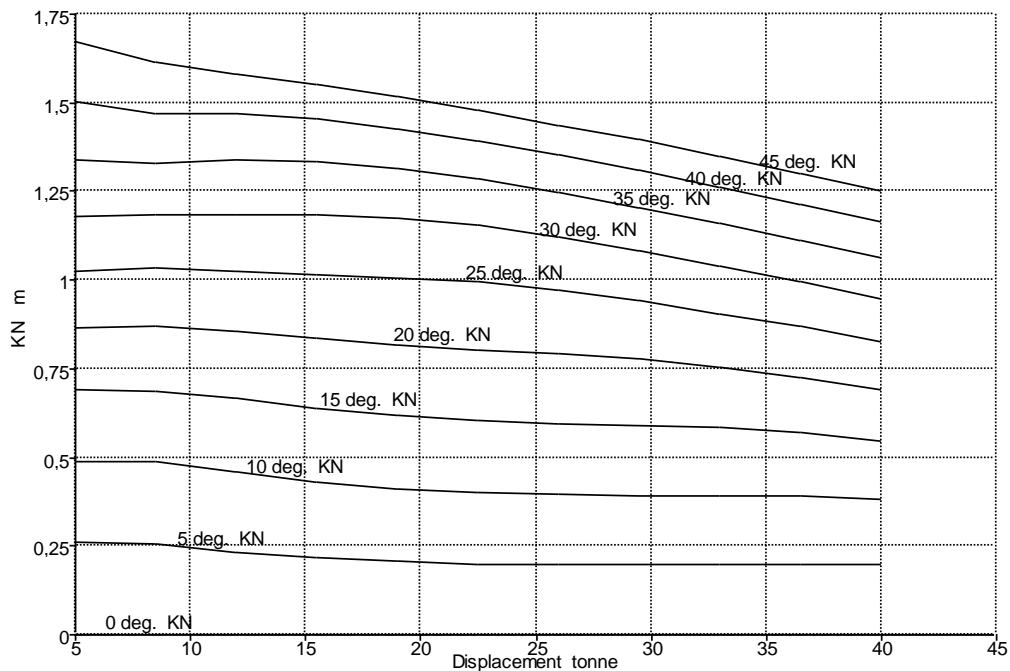


Gráfica 8. Curvas hidrostáticas trimado 0,250m por proa

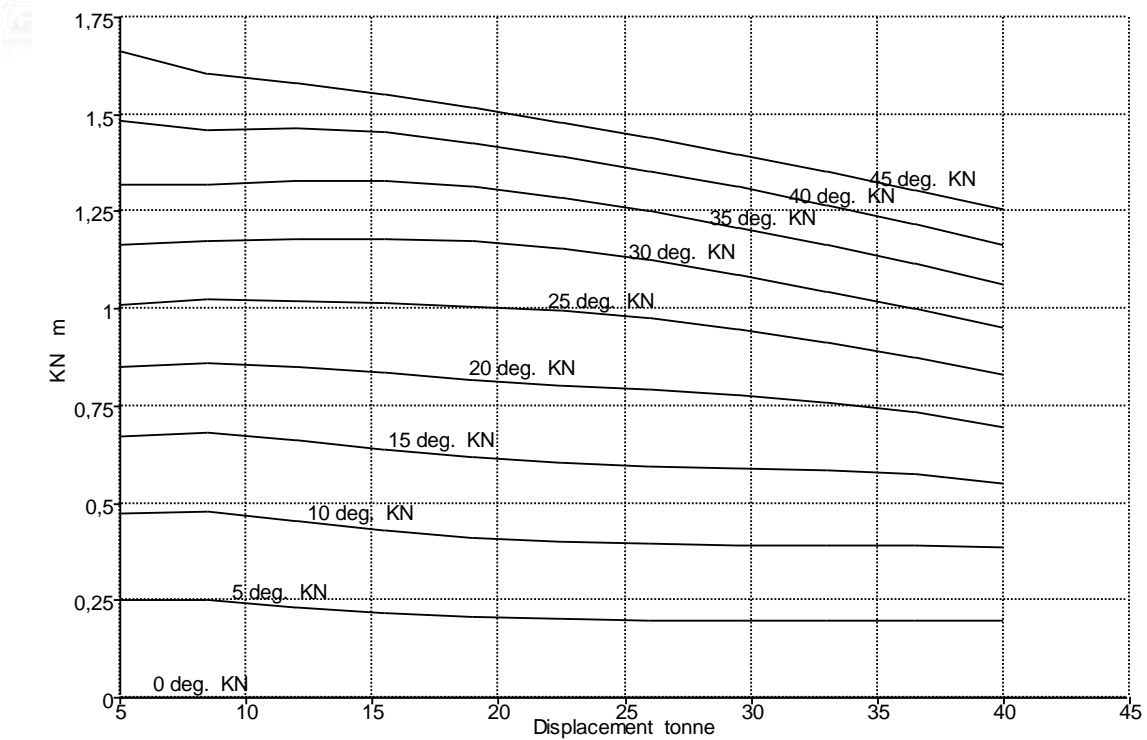
## 9. Anexo II. Carenas inclinadas



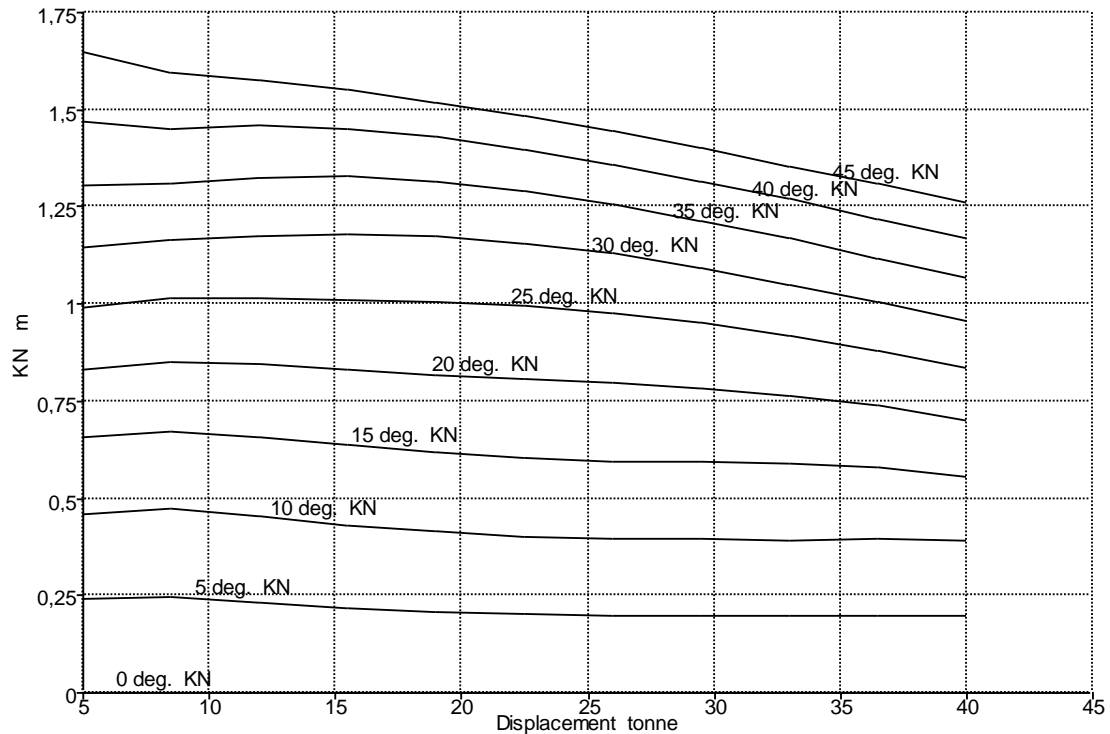
Gráfica 9. Carenas inclinadas trimado 0,500m por popa



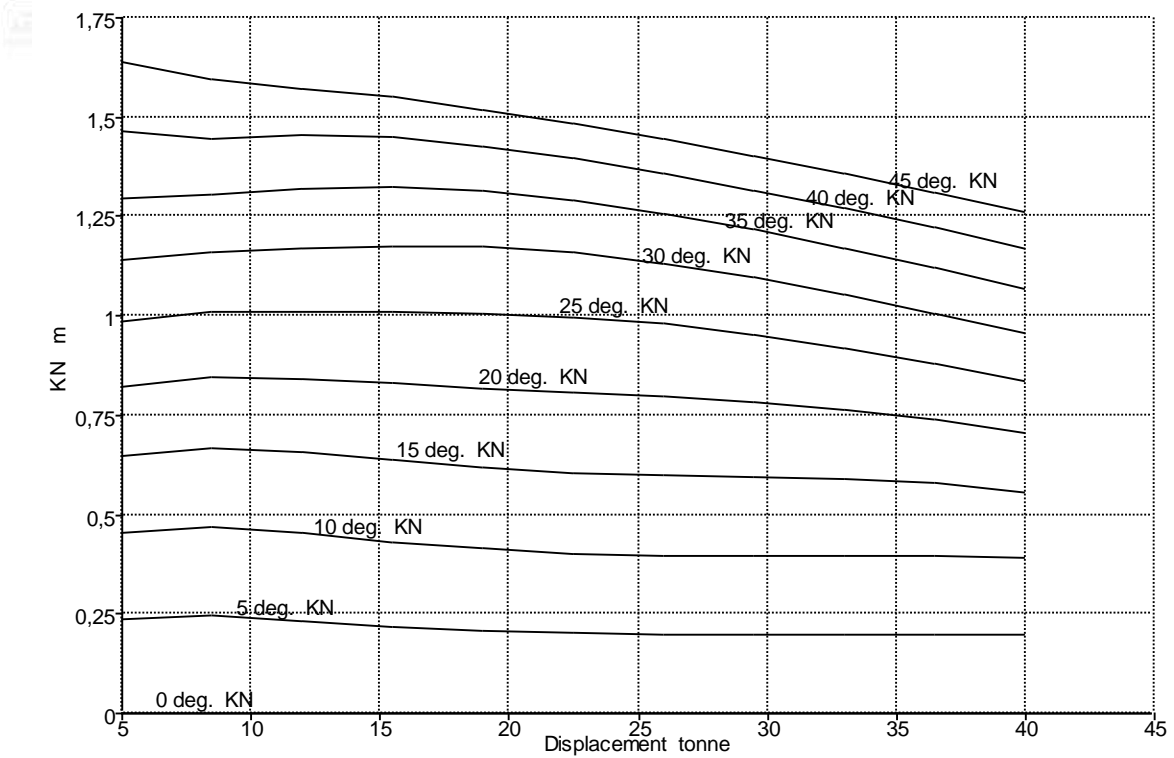
Gráfica 10. Carenas inclinadas trimado 0,250m por popa



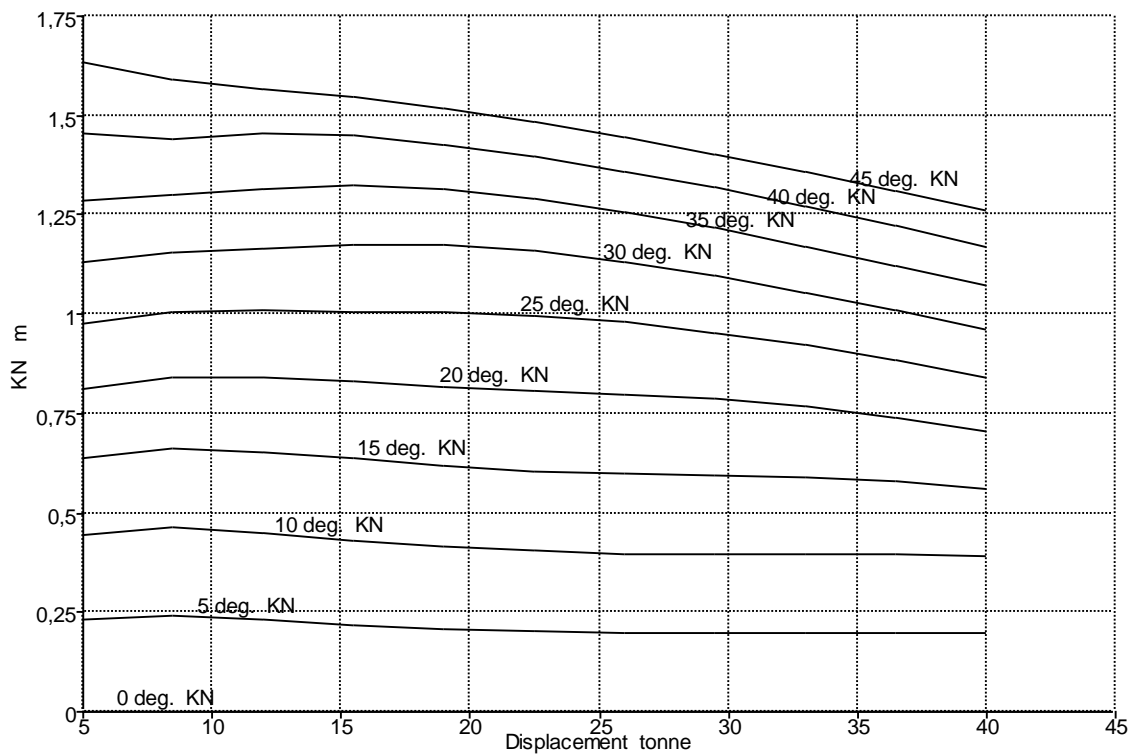
Gráfica 11. Carenas inclinadas trimado 0,150m por popa



Gráfica 12. Carenas inclinadas trimado 0,050m por popa

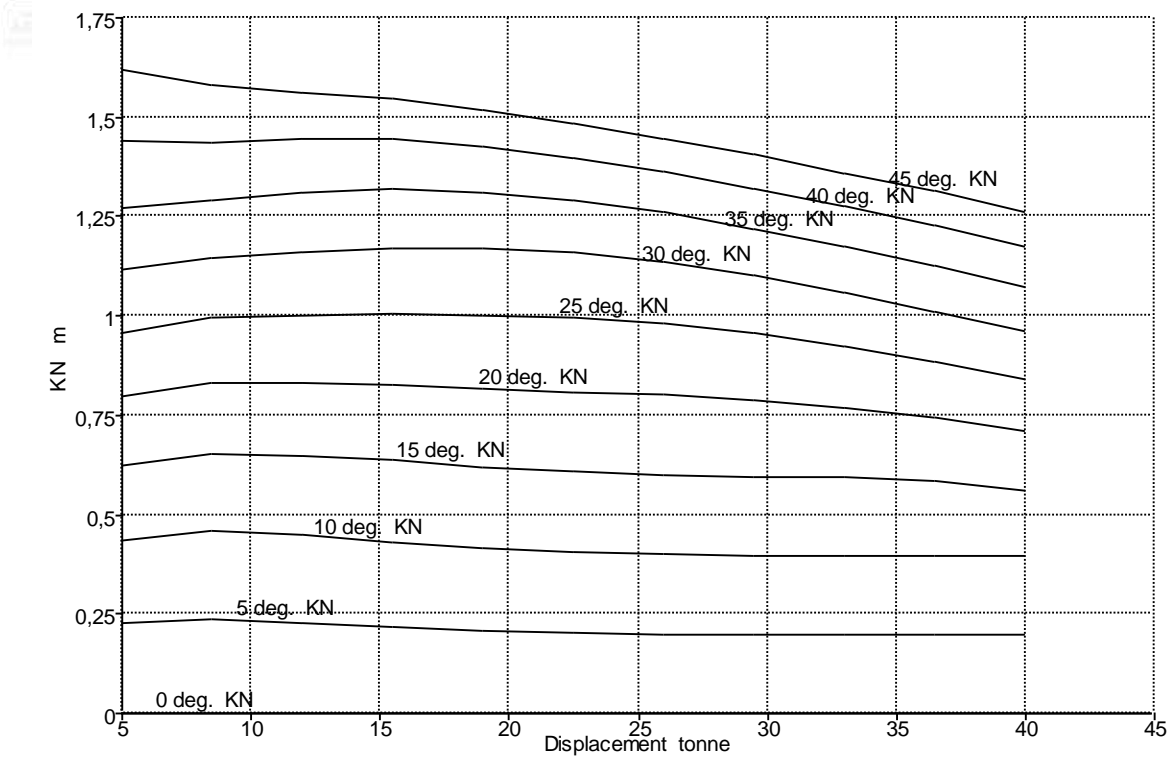


Gráfica 13. Carenas inclinadas trimado cero

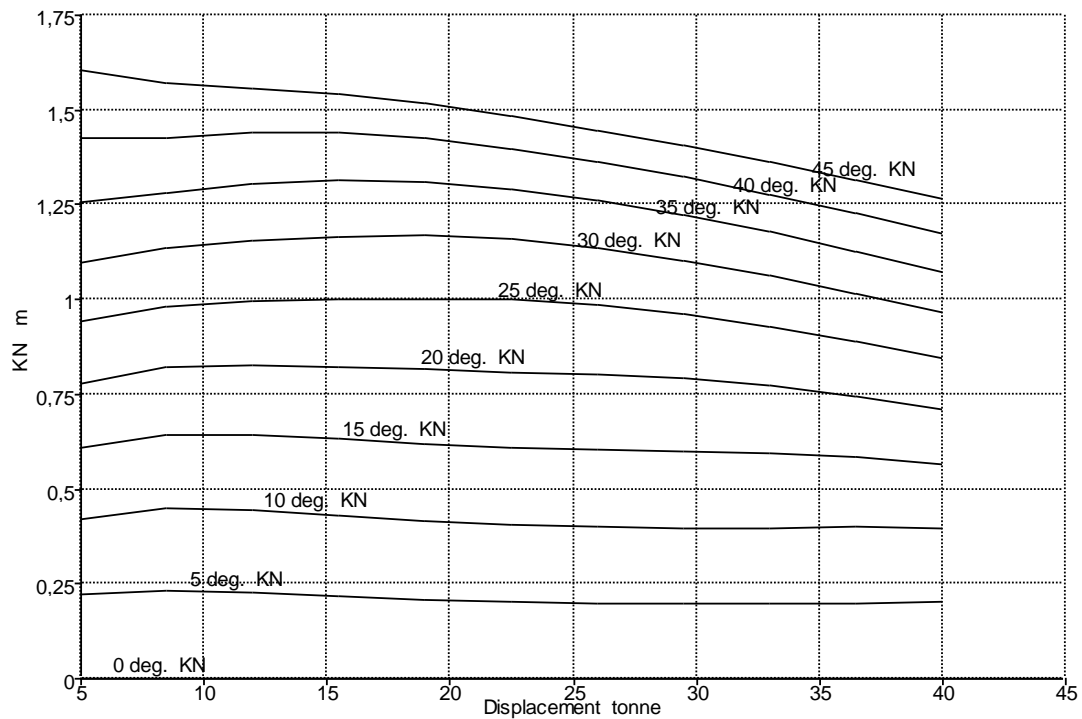


Gráfica 14. Carenas inclinadas trimado 0,050m por proa





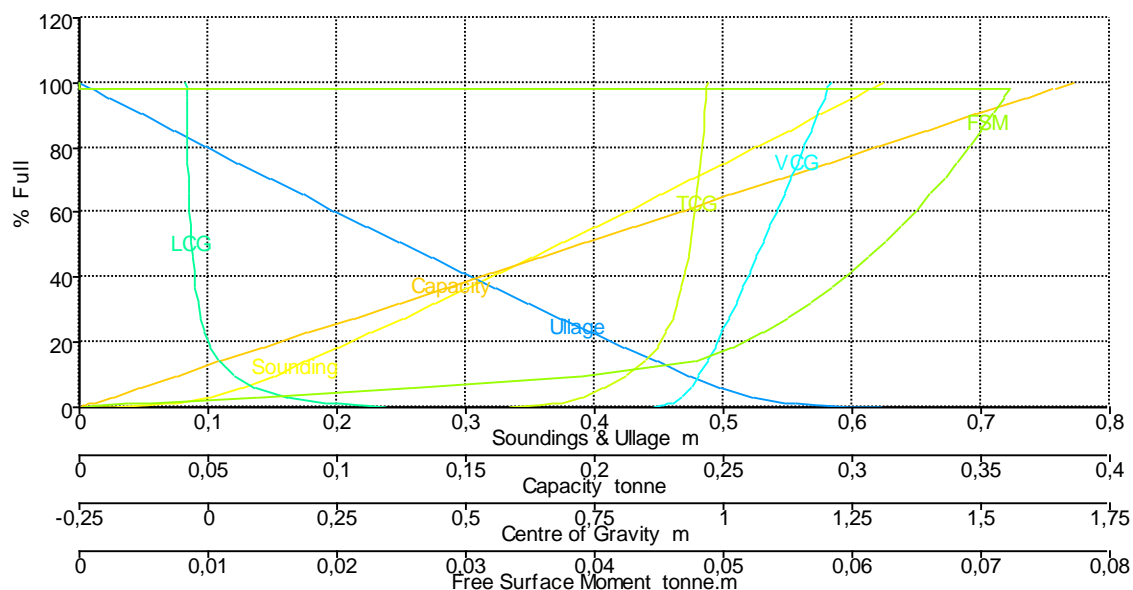
Gráfica 15. Carenas inclinadas trimado 0,150m por proa



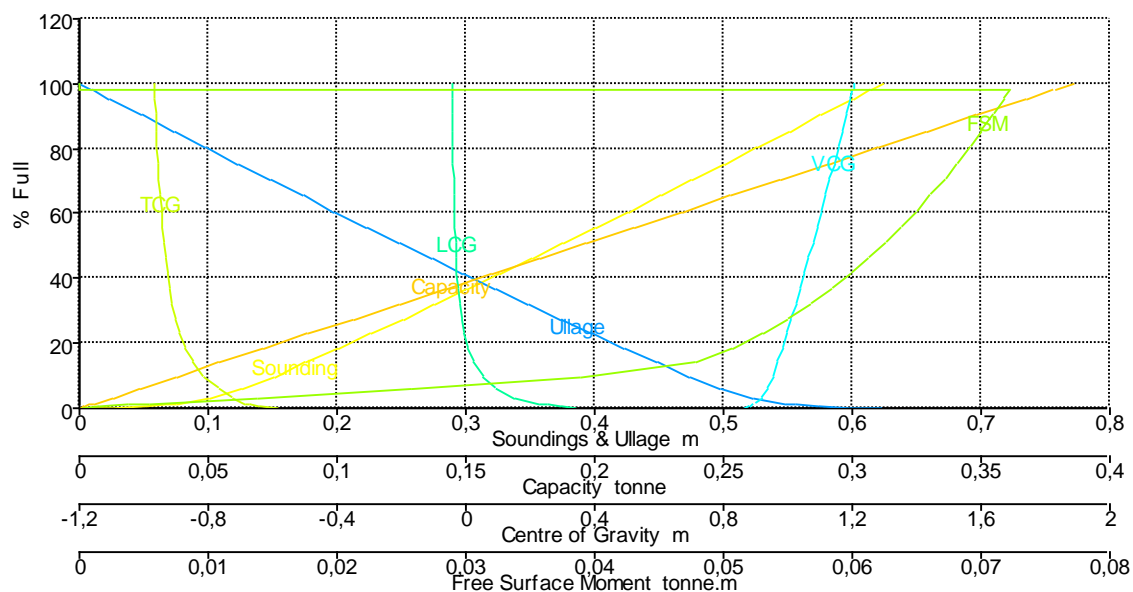
Gráfica 16. Carenas inclinadas trimado 0,250m por proa

## 10. Anexo III. Calibración de tanques

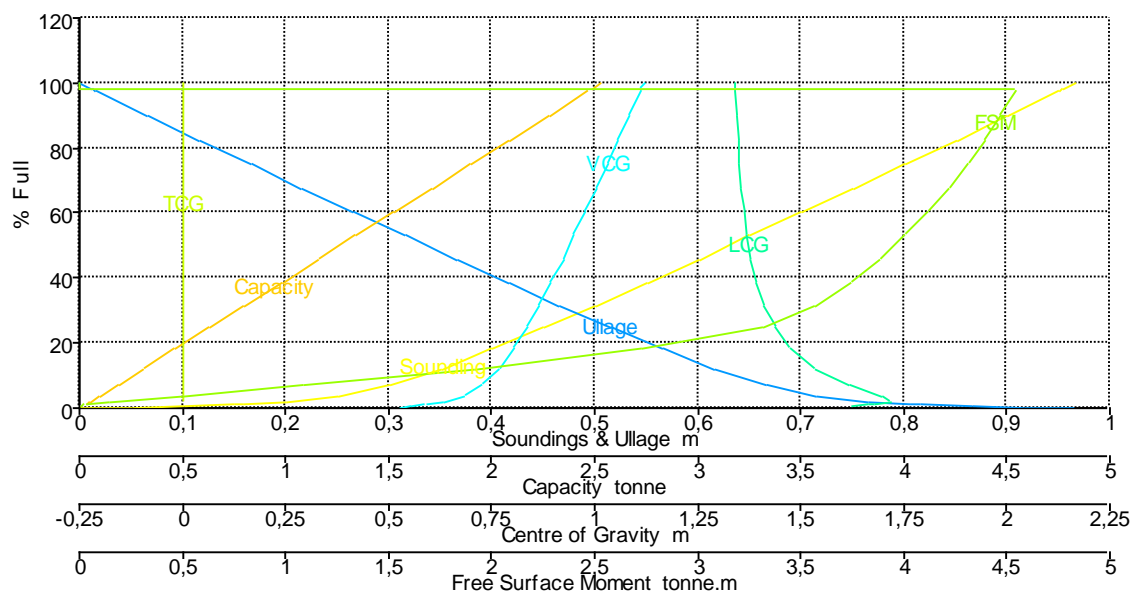
A continuación se muestran las gráficas donde se ven las sondas, la capacidad, los centros de gravedad y el momento debido a las superficies libres.



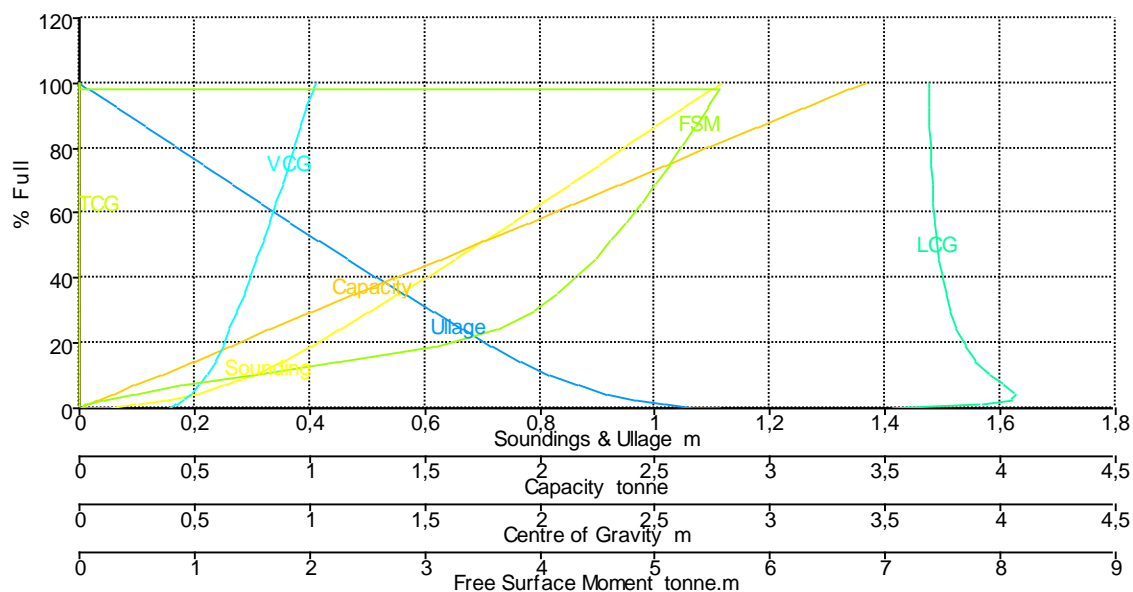
Gráfica 17. Tanque de combustible 1 estribor



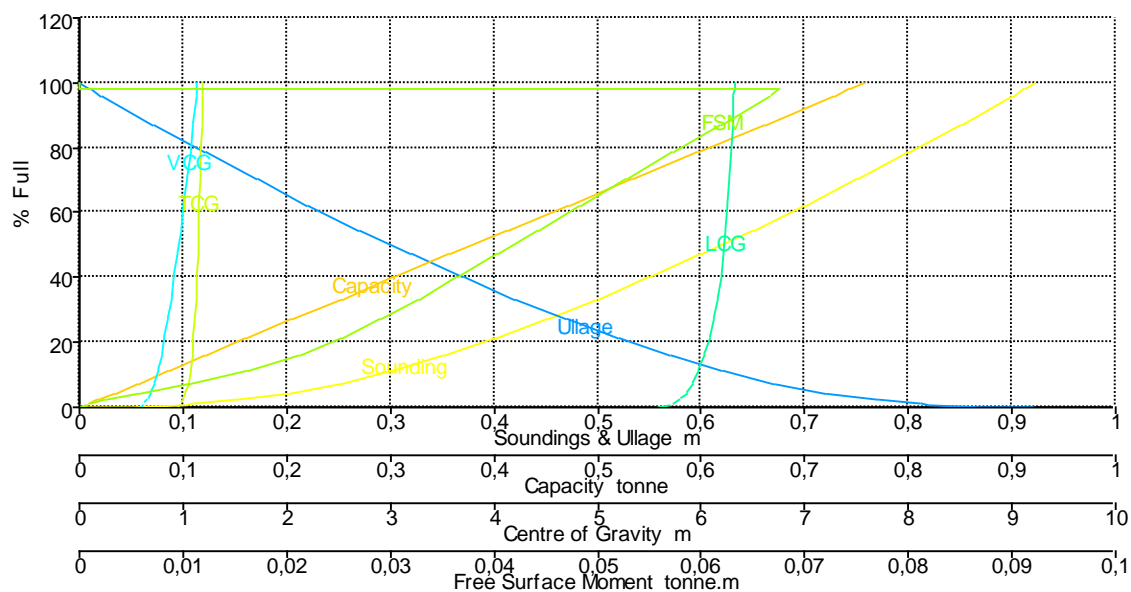
Gráfica 18. Tanque de combustible 1 babor



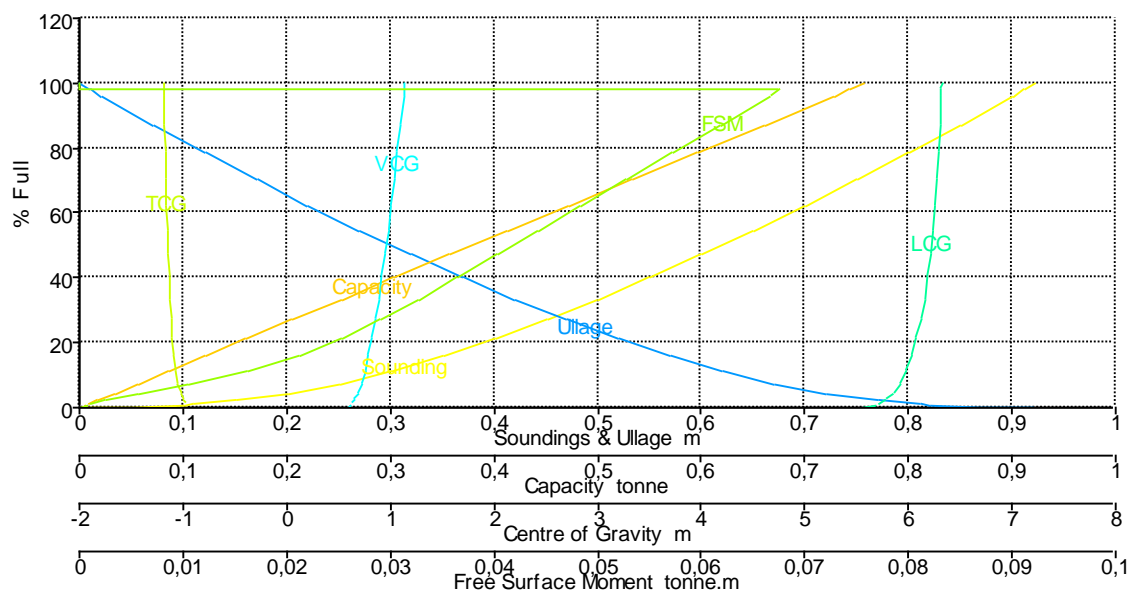
Gráfica 19. Vivero



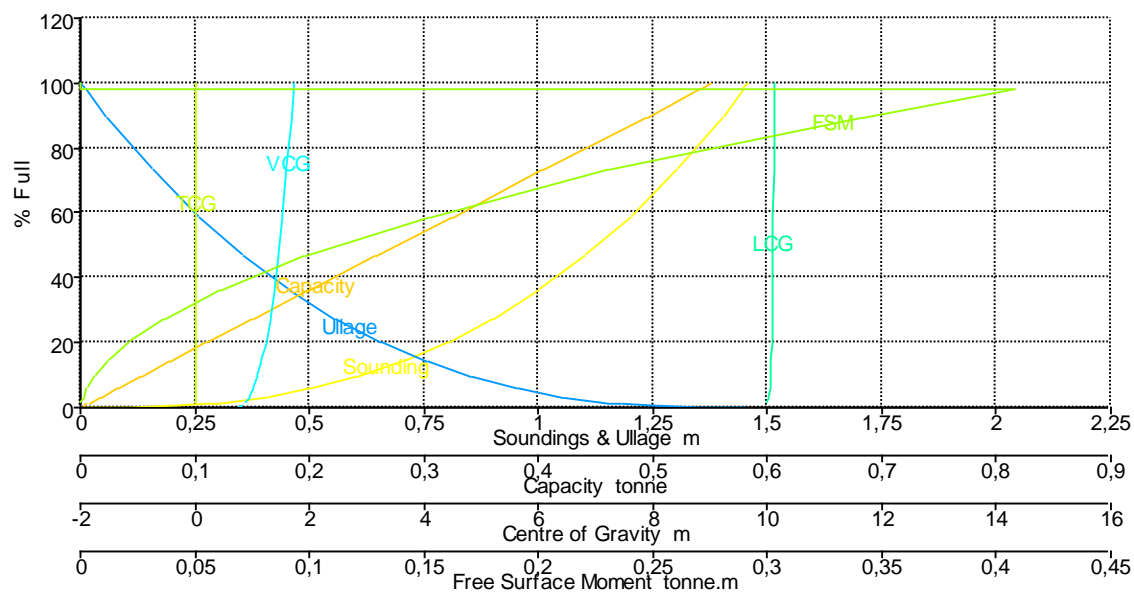
Gráfica 20. Bodega



Gráfica 21. Tanque de combustible 2 estribor

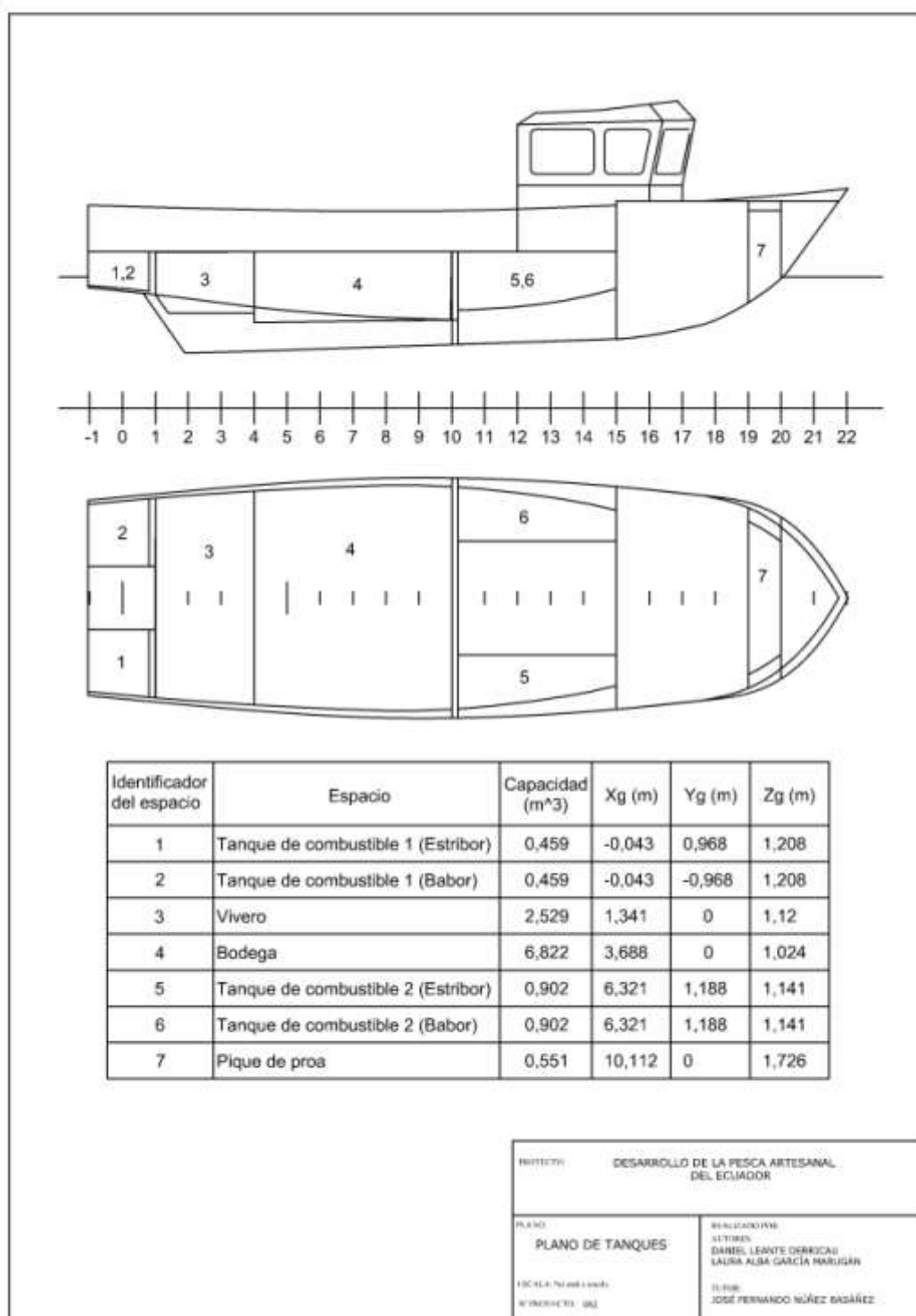


Gráfica 22. Tanque de combustible 2 babor



Gráfica 23. Pique de proa

## 11. Anexo IV. Plano de capacidades y centro de gravedad





# “Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”

---

## Cuaderno Nº 6

### Cálculo de potencia. Proyecto de propulsores y timones

#### **Alumnos:**

*Daniel Leante Darricau*  
*Laura Alba García Marugán*

#### **Tutores:**

*José Fernando Núñez Básañez*  
*David Gutiérrez Díaz*

#### **Cotutores en la universidad de acogida (ESPOL):**

*Cristóbal Mariscal*  
*Bolivar Vaca*



## ÍNDICE

<b>1. Introducción</b>	<b>4</b>
<b>2. Predicción de la potencia propulsora</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Selección del método de predicción de resistencia al avance</b>	<b>4</b>
2.1.1. Serie “C” de Hamburgo	4
2.1.2. Series “NPL”	5
2.1.3. Serie de Grigoropoulos (NTUA)	5
2.1.4. Regresión de Mercier-Savitsky	6
2.1.5. Regresión de Ping-Zhong	9
2.1.6. Método de Orrtmerssen	9
<b>2.2. Cálculo de la resistencia al avance</b>	<b>10</b>
<b>3. Número de líneas de ejes</b>	<b>12</b>
<b>4. Diseño del propulsor</b>	<b>13</b>
<b>4.1. Definición de los coeficientes propulsivos</b>	<b>15</b>
4.1.1. Coeficiente de estela	15
4.1.2. Coeficiente de succión	16
4.1.3. Rendimiento rotativo relativo	16
4.1.4. Rendimiento del casco	16
4.1.5. Rendimiento cuasi – propulsivo	16
<b>4.2. Dimensionamiento de la hélice</b>	<b>17</b>
4.2.1. Cálculos de los coeficientes propulsivos	17
4.2.2. Hélice de cuatro palas ( $Z=4$ )	18
4.2.3. Hélice de cinco palas ( $Z=5$ )	21
4.2.4. Selección del Propulsor	22
<b>4.3. Estudio de cavitación</b>	<b>23</b>
<b>4.4. Definición del propulsor elegido</b>	<b>25</b>
<b>5. Maniobrabilidad</b>	<b>27</b>

<b>5.1. Dimensionamiento del Timón</b>	<b>27</b>
<b>5.2. Estudio de la maniobrabilidad</b>	<b>29</b>
5.2.1. Facilidad de evolución	30
5.2.2. Estabilidad de ruta	32
5.2.3. Facilidad de cambio de rumbo	35
<b>5.3. Potencia del servo</b>	<b>35</b>
5.3.1. Fuerza sobre la pala del timón	35
5.3.2. Momento en la mecha del timón	36
5.3.3. Potencia del servo timón	36
<b>6. Perfil del codaste</b>	<b>37</b>
<b>7. Bibliografía</b>	<b>38</b>

## TABLAS

Tabla 1. Rango serie "C" de Hamburgo	4
Tabla 2. Rango serie "NPL"	5
Tabla 3. Rango serie de Grigoropoulos (NTUA)	5
Tabla 4. Rango de aplicación regresión de Ping-Zhong	9
Tabla 5. Rangos de aplicación del método de Van Oortmerssen	10
Tabla 6. Corrección del coeficiente de fricción. Método de Van Oortmerssen	11
Tabla 7. Factor A en función del Nº palas	14
Tabla 8. $Bp_{-2}$ (B.4.85)	19
Tabla 9. $Bp_{-8}$ (B.4.55)	20
Tabla 10. $Bp_{-2}$ (B.5.105).	21
Tabla 11. $Bp_{-8}$ (B.5.75)	22
Tabla 12. Características de los propulsores de cuatro y cinco palas	22
Tabla 13. Parámetros de la geometría de las palas	27
Tabla 14. Angulo de desprendimiento en función de t/c	29
Tabla 15. Resultado estabilidad de ruta	34

## GRÁFICAS

---

Gráfica 1. Rango 1 de aplicación regresión de Mercier-Savitsky	6
Gráfica 2. Rango 2 de aplicación regresión de Mercier-Savitsky	6
Gráfica 3. Rango 3 de aplicación regresión de Mercier-Savitsky	7
Gráfica 4. Rango 4 de aplicación regresión de Mercier-Savitsky	7
Gráfica 5. Rango 5 de aplicación regresión de Mercier-Savitsky	8
Gráfica 6. Rango 6 de aplicación regresión de Mercier-Savitsky	8
Gráfica 7. Rango 7 de aplicación regresión de Mercier-Savitsky	9
Gráfica 8. Predicción de potencia - Velocidad	12
Gráfica 9. Resistencia al avance	17
Gráfica 10. Ley de pasos	26
Gráfica 11. Perfil Naca 0021	29
Gráfica 12. Facilidad de evolución. Diámetro de giro	31
Gráfica 13. Estabilidad de ruta. Curva de histéresis	33

## 1. Introducción

El objetivo de este cuaderno, es estimar la potencia necesaria para propulsar la embarcación a la velocidad de 10 nudos, según las especificaciones del proyecto.

Para ello, utilizaremos los métodos numéricos más corrientes para estimar la resistencia al avance de embarcaciones rápidas monocasco, que propone José M<sup>a</sup> González Álvarez-Campana en el libro "Hidrodinámica de embarcaciones rápidas. Tomo 2." Ref[1].

Para ello, comenzaremos estimando la potencia de propulsión por el método de Van Oortmerssen, a continuación seleccionaremos el número de líneas de ejes.

Una vez conocidos estos parámetros, estudiaremos la hélice óptima con lo que quedará conocida la potencia que deben desarrollar el motor, de este modo podremos seleccionarlo entre los existentes en el mercado.

Por último se realizarán los cálculos del timón, evaluando la maniobrabilidad de la embarcación.

## 2. Predicción de la potencia propulsora

### 2.1. Selección del método de predicción de resistencia al avance

#### 2.1.1. Serie "C" de Hamburgo

Esta serie es de aplicación a buques de desplazamiento navegando a velocidades máximas equivalentes a números de Froude de 0,80. Los rangos de aplicación para este método son:

Características	Mínimo	Máximo	Embarcación
Nº Froude	0,20	0,80	0,5
Coeficiente M $L_{WL}/\nabla^{1/3}$	6,0	9,0	4,77
Coeficiente prismático $\nabla/L \cdot C_M$	0,55	0,75	0,607
Relación manga/calado $B_{WL}/T$	2,275	4,500	2,789

Tabla 1. Rango serie "C" de Hamburgo

### 2.1.2. Series “NPL”

Esta serie es de aplicación a buques de desplazamiento o semidesplazamiento, navegando a velocidades máximas equivalentes a números de Froude de 1,20. Los rangos de aplicación de la serie son:

Características	Mínimo	Máximo	Embarcación
Relación eslora/manga $L_{WL}/B_{WL}$	3,33	7,50	3,276
Coeficiente M $L_{WL}/\nabla^{1/3}$	4,47	8,30	4,77
Relación manga/calado $B_{WL}/T$	1,72	10,20	2,789

Tabla 2. Rango serie “NPL”

### 2.1.3. Serie de Grigoropoulos (NTUA)

Esta serie, se aplica preferentemente a grandes ferries de alta velocidad y también a buques menores navegando en condiciones de semidesplazamiento o preplaneo, a velocidades máximas equivalentes a números de Froude de 1,20. Los rangos de validez cubiertos por la serie son:

Características	Mínimo	Máximo	Embarcación
Relación eslora/manga $L_{WL}/B_{WL}$	4,2935	7,525	3,276
Coeficiente M $L_{WL}/\nabla^{1/3}$ **	6,183	6,245	4,77
Nº Froude	0,23	--	0,5

Tabla 3. Rango serie de Grigoropoulos (NTUA)

\*\*

$$L/\nabla^{1/3} \geq 6,183$$

$$L/\nabla^{1/3} \geq 0,070288 \cdot (L/B)^2 - 0,477113 \cdot (L/B) + 6,544157 = 5,735$$

$$L/\nabla^{1/3} \leq 0,115364 \cdot (3,276)^2 - 0,195794 \cdot (3,276) + 5,648 = 6,245$$

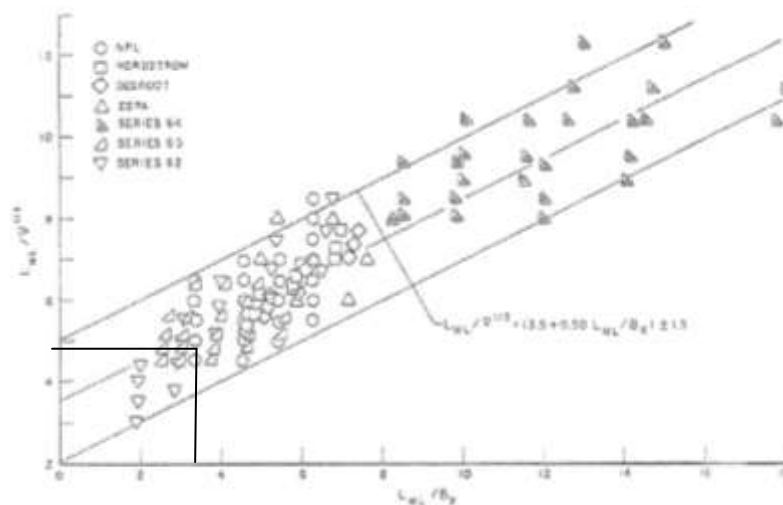
$$L/\nabla^{1/3} \leq 8,532$$

$$L/\nabla^{1/3} \leq 12,7 \cdot F_N^2 - 34,75 \cdot F_N + 29,05 = 14,85$$

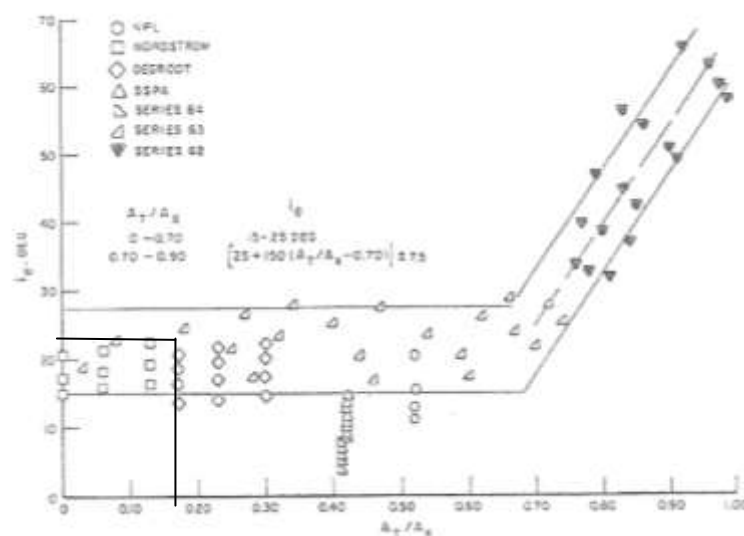
#### 2.1.4. Regresión de Mercier-Savitsky

Esta regresión permite predecir la resistencia al avance en aguas tranquilas, de embarcaciones rápidas para velocidades inferiores a las de planeo, es decir, en condiciones de preplaneo.

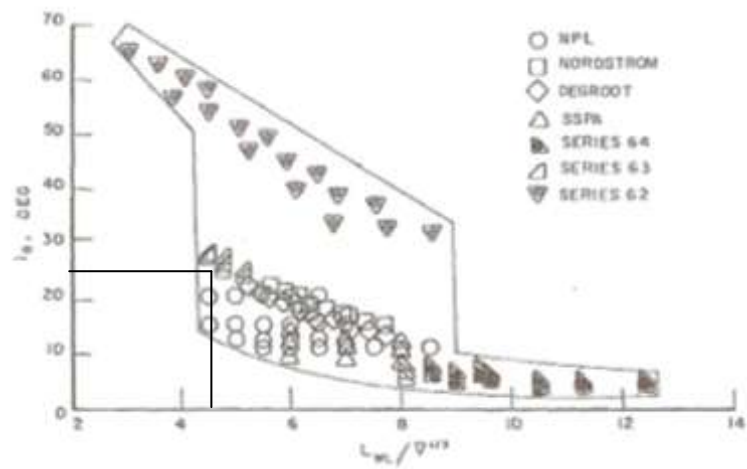
Los márgenes de aplicación éste método, vienen dados por gráficas.



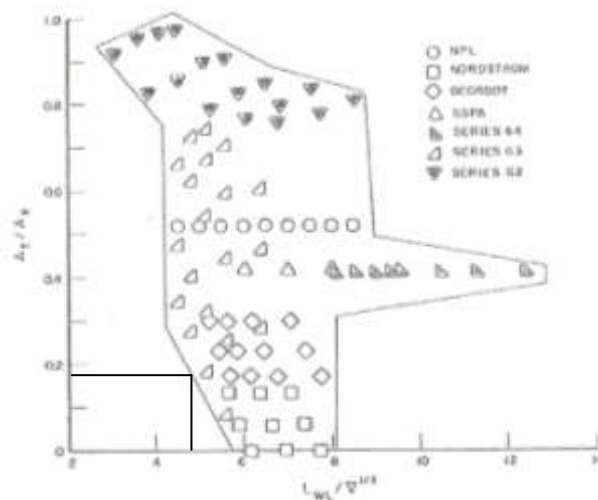
Gráfica 1. Rango 1 de aplicación regresión de Mercier-Savitsky



Gráfica 2. Rango 2 de aplicación regresión de Mercier-Savitsky

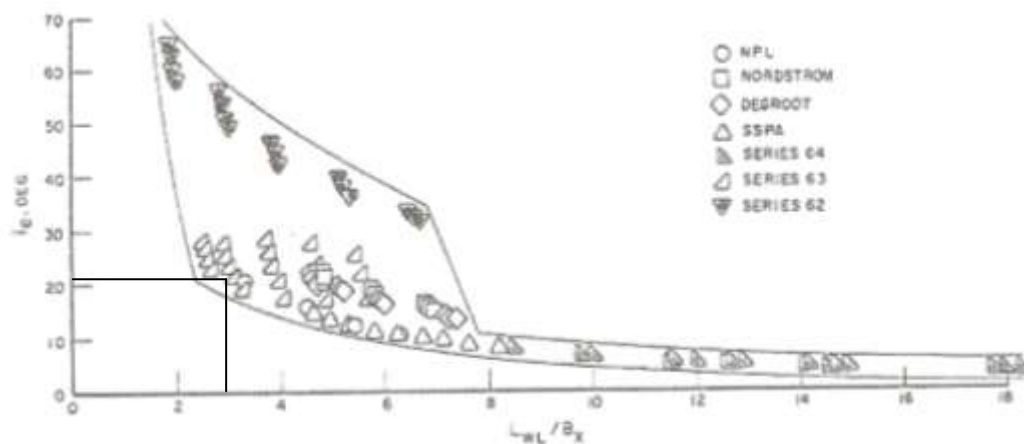


Gráfica 3. Rango 3 de aplicación regresión de Mercier-Savitsky

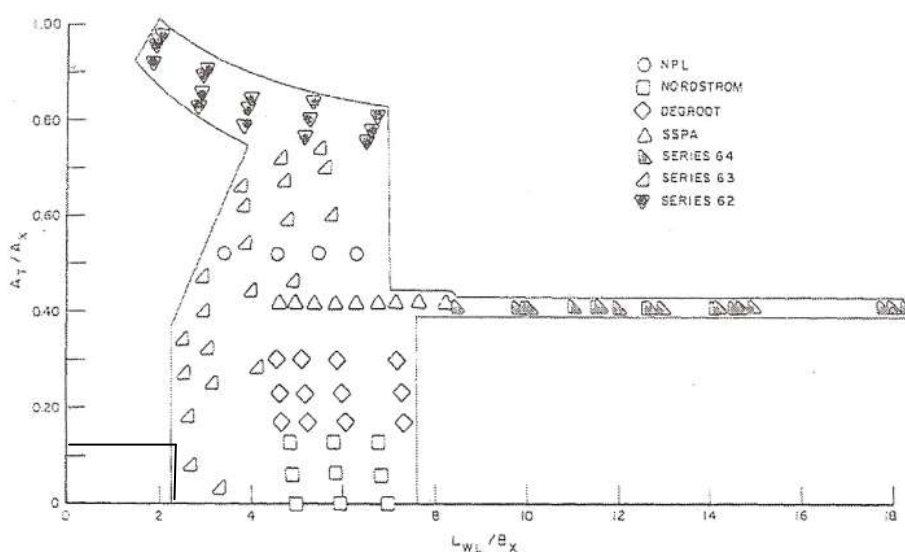


Gráfica 4. Rango 4 de aplicación regresión de Mercier-Savitsky

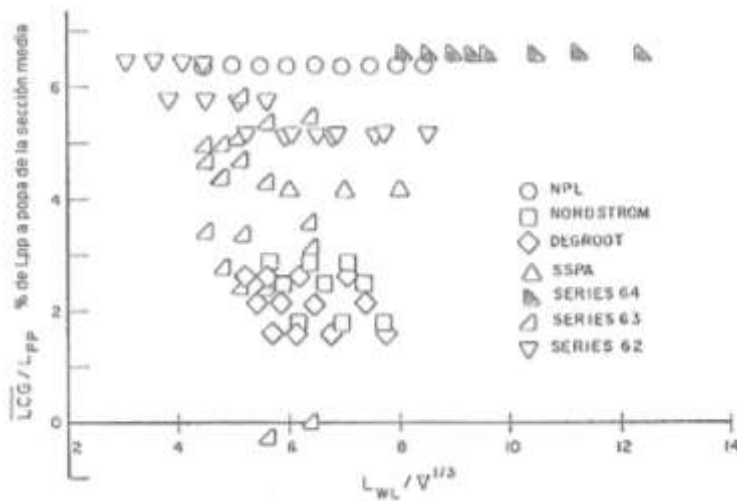




Gráfica 5. Rango 5 de aplicación regresión de Mercier-Savitsky



Gráfica 6. Rango 6 de aplicación regresión de Mercier-Savitsky



Gráfica 7. Rango 7 de aplicación regresión de Mercier-Savitsky

### 2.1.5. Regresión de Ping-Zhong

Esta regresión es una mejora de los resultados de la regresión de Mercier-Savitsky. Los rangos de aplicación correspondientes son:

Características	Mínimo	Máximo	Embarcación
Relación $C_V = 1000 \cdot \nabla / L_{WL}^3$	1,5	11,0	9,21
Coeficiente prismático $C_P = \nabla / L_{WL} \cdot A_{max}$	0,573	0,764	0,607
Relación áreas del espejo $A_T / A_{max}$	0,0	0,74	0,17
Posición longitudinal del centro de carena $100 \cdot LCB / L_{WL}$	0,0	6,4	5,2
Semiángulo de entrada en la flotación (°)	7,6	26,6	23,99

Tabla 4. Rango de aplicación regresión de Ping-Zhong

### 2.1.6. Método de Orrtmerssen

Este método se basa en un modelo matemático, que calcula la resistencia y características de la propulsión del buque, en función del número de Froude, el de Reynolds, y los parámetros generales de la propulsión y del buque en sí.

El método establece como parámetros delimitantes, el coeficiente prismático, el número de Froude, la relación eslora manga, y manga calado, la eslora, la posición longitudinal del centro de carena, el ángulo de entrada en la flotación, y el coeficiente de la maestra. Los rangos de aplicación son los siguientes:

Características	Mínimo	Máximo	Embarcación
Eslora de desplazamiento $L_d$	12,000 m	76,000 m	10,965 m
Volumen de carena $\nabla$	---	3000m <sup>3</sup>	12,168 m <sup>3</sup>
Eslora / Manga $L_d/B$	3,200	6,000	3,276
Manga /Calado $B/T$	2,000	3,900	2,789
Coeficiente prismático $C_p$	0,510	0,720	0,607
Coeficiente área de la maestra $C_M$	0,740	0,950	0,504
Posición longitudinal del centro de carena respecto a la sección media	-7,4 %	2,2 %	-5,8%

Tabla 5. Rangos de aplicación del método de Van Oortmerssen

## 2.2. Cálculo de la resistencia al avance

El método seleccionado es el de van Oortmerssen, que se emplea para buques pequeños, como por ejemplo, arrastreros o remolcadores.

Los datos para desarrollar este modelo matemático se obtuvieron de 93 modelos de remolcadores y arrastreros, que habían sido ensayados en el “Netherlands Ship Model Basin” en Wageningen.

Según el autor del método, éste es apropiado para la predicción de potencia de buques como remolcadores, pesqueros, arrastreros por popa, etc. Para un nivel de confianza del 95%, los errores medios para estos cálculos son inferiores al 18 %.

Van Oortmerssen, estima la resistencia al avance, mediante la siguiente expresión:

$$R_T = \Delta \cdot \left( \frac{R_R}{\Delta} \right) + 1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot V^2 \cdot (C_F + \Delta C_F)$$

Donde;

- $\Delta \equiv$  desplazamiento de la embarcación
- $R_R \equiv$  resistencia residual
- $\rho \equiv$  densidad del agua de mar
- $S \equiv$  superficie mojada de la embarcación, que puede estimarse con la siguiente expresión

$$S = 3,223 \cdot \nabla^{2/3} + 0,5402 \cdot L_d \cdot \nabla^{1/3}$$

- $V \equiv$  velocidad de la embarcación
- $C_F \equiv$  coeficiente de fricción calculado según la ITTC-57

$$C_F = \frac{0,0075}{[\log(Rn) - 2]^2}$$

$\Delta C_F \equiv$  corrección del coeficiente de fricción. Según el método los valores de estas correcciones, aplicables a nuestra embarcación son:

Rugosidad debida al gobierno de la embarcación	$1000 \cdot \Delta C_F = 0,04$
Resistencia debida a las quillas de balance	$1000 \cdot \Delta C_F = 0,04$
Resistencia aerodinámica	$1000 \cdot \Delta C_F = 0,08$

**Tabla 6. Corrección del coeficiente de fricción. Método de Van Oortmerssen**

$R_R / \Delta \equiv$  resistencia residual adimensionalizada con el desplazamiento.

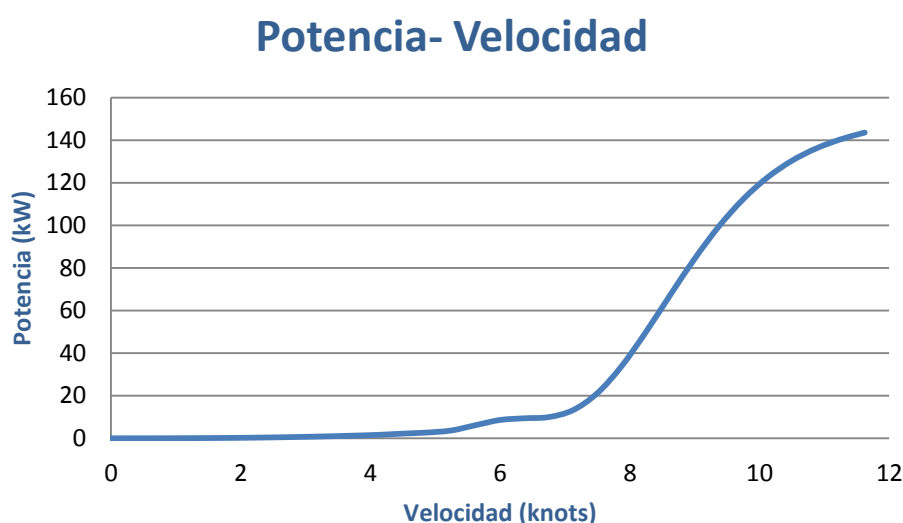
$$R_R / \Delta = c_1 \cdot \exp\left(\frac{-m \cdot Fn^{-2}}{9}\right) + c_2 \cdot \exp(-m \cdot Fn^{-2}) + c_3 \cdot \exp(-m \cdot Fn^{-2}) \cdot \sin(Fn^{-2}) + c_4 \cdot \exp(-m \cdot Fn^{-2}) \cdot \cos(Fn^{-2})$$

Los valores de los coeficientes  $c_i$ , se obtienen de regresiones aportadas por el método, que son función de las características principales del buque.

El coeficiente  $m$ , se calcula con la siguiente expresión obtenida a partir de regresiones.  $m = 0,1435 \cdot C_p^{2,1976}$ .

Para el cálculo de la predicción de potencia, hemos utilizado el programa Hullspeed. Para ello, hemos introducido las formas del casco y hemos supuesto un rendimiento propulsivo de  $\eta_D = 0,55$  y un rendimiento mecánico  $\eta_M = 0,98$ , según indica D. Antonio Baquero en (ref [2])

Obteniéndose los siguientes resultados:



**Gráfica 8. Predicción de potencia - Velocidad**

Luego para una velocidad de 10 nudos, la potencia de freno obtenida es de 108,065 kW.

Según las especificaciones, la velocidad de 10 nudos debe obtenerse al 90% del MCR. Luego la potencia que se debe instalar es:

$$P = \frac{P_{freno}}{0,9} = \frac{108,10 \text{ kW}}{0,9} = 120,11 \text{ kW}$$

En el cuadernillo de cámara de máquinas se seleccionará el motor que sea capaz de suministrar dicha potencia.

### 3. Número de líneas de ejes

Una vez calculada la potencia necesaria para vencer la resistencia al avance de la embarcación y antes de proceder al cálculo de la hélice, es necesario decidir cómo se va a repartir dicha potencia propulsora.

El disponer de dos líneas de ejes presenta varias ventajas como, mejor maniobrabilidad y mayor fiabilidad en caso de avería. Sin embargo en nuestro caso esta configuración presenta varios inconvenientes.

El reparto de la potencia propulsora en dos líneas de ejes aumenta considerablemente su coste tanto en los procesos de construcción de la embarcación como en su mantenimiento y precisa de una cámara de máquinas espaciosa, lo que es imposible en una embarcación de esta naturaleza.

A demás de lo anteriormente mencionado la embarcación no requiere grandes potencias luego no es necesario dividirla en dos líneas de ejes.

Por las razones arriba explicadas, la embarcación dispondrá de una única línea de ejes.

## 4. Diseño del propulsor

---

Una vez estimada la resistencia al avance el siguiente paso es diseñar y calcular el propulsor.

Las condiciones básicas que debe cumplir el proyecto de una hélice son las siguientes:

- La hélice debe proporcionar un empuje suficiente para propulsar al buque a la velocidad deseada, con el mayor rendimiento posible.
- Se deben evitar fenómenos de cavitación y en caso de que existan estos deben ser mínimos, de modo que estén dentro de los límites admisibles. Para ello se utilizara el criterio de Keller, que proporciona la relación Área-Disco mínima necesaria para evitar los fenómenos de cavitación.
- También se tendrá en cuenta la resistencia estructural de la hélice, de manera que esta sea la adecuada y no exista peligro de deformación o fracturas de las palas.

El método utilizado para el dimensionamiento de la hélice es a través de las series sistemáticas de Wageningen, a partir del cual hallaremos el paso, diámetro y las revoluciones óptimas para que el rendimiento de la hélice sea máximo a una velocidad determinada. Se ha escogido la serie B de Wageningen por ser la de uso más extendido.

La hélice tendrá mayor rendimiento cuanto menor sea el número de palas que tenga, pero si el número de palas es demasiado bajo, se favorece la aparición de vibraciones en el casco. Lo

habitual es utilizar hélices de 4 o 5 palas. En nuestro caso estudiaremos las dos posibilidades y seleccionaremos la alternativa más adecuada.

Para determinar el diámetro máximo de la hélice, utilizamos las expresiones de Bureau Veritas, que definen el espacio mínimo entre la hélice y la bovedilla del codaste. Luego las claras del casco no pueden ser inferiores a:

$$C_{min1} = 0,20 \cdot D$$

$$C_{min2} = A \cdot \alpha \cdot D$$

Siendo A un factor, que viene dado en función del número de palas.

Nº Palas de la hélice	A
3	0,80
4	0,65
5	0,55
6	0,50

**Tabla 7. Factor A en función del Nº palas**

En nuestro caso como vamos a analizar las alternativas de 4 o 5, elegimos la opción más restrictiva, es decir para el caso de una hélice de cuatro palas, que exige una distancia mayor. Luego el valor de la constante A es 0,65.

El valor de  $\alpha$ , viene definido por Bureau Veritas en función de la potencia, el coeficiente de bloque y la eslora entre perpendiculares.

$$\alpha = \frac{(C_b \cdot P_{freno})^{2/3}}{8 \cdot L_{pp}}$$

$$\alpha = \frac{(0,355 \cdot 108,10)^{2/3}}{8 \cdot 10,423} = 0,136 \Rightarrow C_{min2} = 0,089 \cdot D$$

Elegimos el primer valor, que es el más restrictivo y por lo tanto requiere claras mayores.



El hueco del codaste, permitirá una hélice de un diámetro máximo, que cumpla la siguiente expresión:

$$H = 2 \cdot C_{min1} + D$$

$$H = 2 \cdot 0,20 \cdot D + D \Rightarrow H = 1,40 \cdot D \Rightarrow D < \frac{H}{1,40}$$

Teniendo en cuenta que el hueco del codaste,  $H$ , medido en el plano de formas es 0,980 m, el diámetro máximo admitido por la Sociedad de Clasificación es:

$$D = \frac{H_{codaste}}{1,40} = \frac{0,98 \text{ m}}{1,4} = 0,700 \text{ m}$$

Para diseñar la hélice, fijaremos el diámetro máximo, de modo que cumpla con las distancias mínimas al codaste según la Sociedad de Clasificación y buscaremos las revoluciones que ofrezcan mejor rendimiento.

#### 4.1. Definición de los coeficientes propulsivos

---

Antes de iniciar los cálculos de la hélice vamos a definir cada uno de los rendimientos que entrarán en juego en la propulsión, a partir de los cuáles podremos obtener el rendimiento del conjunto propulsivo.

##### 4.1.1. Coeficiente de estela

---

Define la pérdida de velocidad del flujo de agua que entra en la hélice debido a la presencia de la carena, según indica la siguiente ecuación:

$$w = \frac{v - v_A}{v}$$

Siendo “ $v$ ” la velocidad del buque y  $v_A$  la velocidad del flujo de agua que atraviesa la hélice. En el ensayo de propulsor aislado la velocidad  $v_A$  será a la cual se mueve la hélice, a unas revoluciones igual que en la embarcación y ofreciendo el mismo empuje.

#### 4.1.2. Coeficiente de succión

---

La hélice produce un aumento de la velocidad del flujo en la zona inmediatamente a proa de donde se encuentra, por consiguiente se disminuye la presión en dicha región y que genera un efecto de succión de la carena. El coeficiente que mide dicha succión viene expresado en la siguiente ecuación:

$$t = \frac{T - R}{T}$$

Siendo “T” el empuje que proporciona las hélice y “R” el empuje que requiere la embarcación para ser remolcado, sin hélice, a la velocidad deseada.

#### 4.1.3. Rendimiento rotativo relativo

---

La hélice en aguas libres posee un campo de velocidades diferente a cuando está colocada detrás de la carena, donde además el flujo es más turbulento, por ello el rendimiento de la hélice cambia de un estado a otro. Este es el rendimiento rotativo relativo, cuyo valor depende si el la embarcación dispone de una o dos hélices.

Para buques de una hélice, “ $\eta_r$ ” varía entre 1 y 1,1.

#### 4.1.4. Rendimiento del casco

---

Expresa la relación entre el fenómeno de succión y el de estela, según la siguiente ecuación:

$$\eta_H = \frac{1 - t}{1 - w}$$

#### 4.1.5. Rendimiento cuasi – propulsivo

---

Este es el rendimiento que nos indica las pérdida de potencia teniendo en cuenta solo elementos hidrodinámicos, independientemente del tipo de maquinaria propulsora instalada a bordo. Para ello se utiliza los coeficientes de los fenómenos anteriores, cuya expresión viene dada por la siguiente ecuación:

$$\eta_D = \eta_H \cdot \eta_0 \cdot \eta_R$$

## 4.2. Dimensionamiento de la hélice

### 4.2.1. Cálculos de los coeficientes propulsivos

A continuación calcularemos los distintos parámetros del sistema propulsor del buque.

Primero calcularemos el coeficiente de estela efectivo, para ello utilizaremos la expresión de Taylor en función del coeficiente de bloque, que en el caso de buques con una sola hélice:

$$w_t = 0,5 \cdot C_B - 0,05$$

$$w_t = 0,5 \cdot C_B - 0,05 = 0,5 \cdot 0,355 - 0,05 = 0,13$$

Coficiente de succión que podemos estimar con la siguiente expresión:

$$t = 0,6 \cdot w_t$$

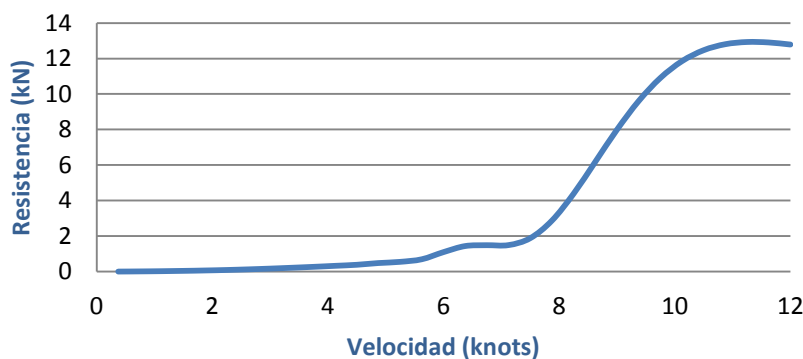
$$t = 0,6 \cdot w_t \Rightarrow t = 0,6 \cdot 0,13 = 0,08$$

Una vez calculado el coeficiente de succión, podemos calcular el empuje del propulsor:

$$T = \frac{R_T}{1 - t}$$

Donde  $R_T$  es la resistencia al avance que hemos calculado con el método de Van Oortmerssen.

### Resistencia al avance



Gráfica 9. Resistencia al avance

Sustituyendo en la expresión anterior, obtenemos el empuje de la hélice:

$$T = \frac{R_T}{1 - t} = \frac{11.556,6 \text{ N}}{1 - 0,08} = 12.561,5 \text{ N}$$

#### 4.2.2. Hélice de cuatro palas ( Z=4 )

Para empezar seleccionaremos la relación Área/Disco mínima para evitar fenómenos de cavitación, para ello emplearemos el criterio de Keller.

$$\left(\frac{A_D}{A_o}\right)_{min} = \frac{(1,3 + 0,3 \cdot Z) \cdot T}{g \cdot (1,026 \cdot h + 10.100) \cdot D^2} + k$$

Donde:

- $k \equiv$  constante de valor 0,2 para buques de 1 hélice en general (ref[2]).
- $Z \equiv$  número de palas del propulsor.
- $h \equiv$  Profundidad de inmersión de la hélice,  $h = 0,710 \text{ m}$  medido en el plano de formas.
- $T \equiv$  Empuje que debe ejercer la hélice, 12.561,5 N.
- $D \equiv$  Diámetro del propulsor. En éste caso coincide con nuestro diámetro máximo, 0,7 m
- $g \equiv$  Aceleración de la gravedad.

$$\left(\frac{A_D}{A_o}\right)_{min} = \frac{(1,3 + 0,3 \cdot 4) \cdot 12.561,5}{9,81 \cdot (1,026 \cdot 0,710 + 10.100) \cdot 0,7^2} + 0,2 = 0,787$$

Suponiendo un valor del rendimiento rotativo-relativo  $\approx 0,97$  y del rendimiento mecánico  $\approx 0,98$  y junto con el valor de la potencia de freno ( $P_{freno} = 108,10 \text{ kW} = 144,96 \text{ HP}$ ) calculada anteriormente, podemos calcular la potencia entregada a la hélice como:

$$DHP = \frac{BHP}{1,026} \cdot \eta_r \cdot \eta_m = 134,3 \text{ HP}$$

Una vez calculada la potencia entregada a la hélice, buscaremos que número de revoluciones dan el mayor rendimiento en aguas libres. Para ello, calcularemos los valores de  $\delta$  y  $B_p$  en función de las r.p.m.

$$B_p = \frac{n \cdot \sqrt{DHP}}{v_A^{2.5}}$$

$$\delta = \frac{nD}{v_A}$$

Siendo;

- $n \approx$  Revoluciones por minuto de la hélice
- $v_A \approx$  La velocidad en aguas libres dada en nudos, que se calcula por definición como

$$v_A = v(1 - w_t) = 10(1 - 0,13) = 8,7 \text{ knots}$$

- $DHP \approx$  Potencia entregada a la hélice en HP.

Para este caso, como la relación de área mínima es de 0,787 , se ha seleccionado el diagrama  $B_p\text{-}\delta$  (B.4.85). Entrando en la gráfica con diferentes revoluciones los resultados obtenidos son:

$n$	$\delta$	$B_p$	$\eta_o$
700	184,8	36,4	0,482
750	198	39	0,485
<b>775</b>	<b>204,6</b>	<b>40,3</b>	<b>0,491</b>
785	207,2	40,8	0,487
800	211,2	41,6	0,483

**Tabla 8.  $B_p\text{-}\delta$  (B.4.85)**

El máximo rendimiento se da, para unas revoluciones de 775 r.p.m., con un rendimiento en aguas libres de  $\eta_o = 0,491$  y una relación paso-diámetro de 0,97.

El empuje real será:

$$T = \frac{DHP \cdot \eta_o}{v_A} = 10.841 N$$

Este valor es inferior al calculado inicialmente, luego volvemos a calcular el área mínima para evitar cavitación según Keller con el nuevo valor obtenido y obtenemos una relación de áreas de 0,46 muy diferente al calculado inicialmente. Esto puede ser debido a que el coeficiente de succión estimado es erróneo.

Luego con el nuevo valor de  $A_D/A_o$ , repetimos la interpolación. En este caso utilizaremos el diagrama  $B_p-\delta$  (B.4.55). Entrando en la gráfica con diferentes revoluciones los resultados obtenidos son:

$n$	$\delta$	$B_p$	$\eta_o$
750	198	39	0,502
775	204,6	40,3	0,501
<b>800</b>	<b>211,2</b>	<b>41.6</b>	<b>0,503</b>
825	217,8	42,9	0,498
850	224,4	42,9	0,498

**Tabla 9.  $B_p-\delta$  (B. 4. 55)**

Para esta nueva interpolación el máximo rendimiento se da, para unas revoluciones de 800 r.p.m., con un rendimiento en aguas libres de  $\eta_o = 0,503$  y una relación paso-diámetro de 1,07.

Con este nuevo rendimiento el empuje obtenido es 11.105,,9 N, que sigue siendo inferior al calculado inicialmente. Sin embargo, recalculando el área mínima necesaria para evitar la cavitación, se obtiene una relación área/disco de 0,75, por lo que lo aceptamos estos valores, ya que nos llevaría a interpolar a la misma gráfica  $B_p-\delta$  (B.4.85).

Con el valor del rendimiento de la hélice en aguas libres, podemos obtener el rendimiento cuasi-propulsivo como:

$$\eta_D = \eta_H \cdot \eta_o \cdot \eta_R$$

Donde  $\eta_H$ , es el rendimiento del casco y se calcula de la siguiente manera:

$$\eta_H = \frac{1-t}{1-w} = 1,06$$

Luego el rendimiento cuasi-propulsivo es  $\eta_D = 0,533$

### 4.2.3. Hélice de cinco palas ( Z=5 )

Del mismo modo que se ha hecho para el caso de una hélice de 4 palas, escogemos la relación relación área/disco mínima necesaria para evitar la cavitación, aplicando el método de Keller (en este caso para Z=5) y posteriormente calculamos los valores de  $\delta$  y  $B_p$  en función de las r.p.m.

$$\left(\frac{A_D}{A_o}\right)_{min} = \frac{(1,3 + 0,3 \cdot 5) \cdot 12.561,5}{9,81 \cdot (1.026 \cdot 0,710 + 10.100) \cdot 0,7^2} + 0,2 = 0,876$$

Para este caso, como la relación de área mínima es de 0,876 , se ha seleccionado el diagrama  $B_p$ - $\delta$  (B.5.105). Entrando en la gráfica con diferentes revoluciones los resultados obtenidos son:

$n$	$\delta$	$B_p$	$\eta_o$
700	184,8	36,2	0,489
<b>725</b>	<b>191,4</b>	<b>37,7</b>	<b>0,497</b>
750	198	39	0,484
775	204,6	40,3	0,482
800	211,2	41,6	0,479

**Tabla 10.Bp- (B.5.105).**

El máximo rendimiento se da, para un número de revoluciones de 725 r.p.m., con un rendimiento en aguas libres de  $\eta_o = 0,497$  y una relación paso-diámetro de 0,99.

Con este rendimiento el empuje obtenido es 10.973,4 N, muy inferior al calculado inicialmente, luego volvemos a calcular el área mínima para evitar cavitación según Keller con el nuevo valor obtenido y obtenemos una relación de áreas de 0,75. Con el nuevo valor de

$A_D/A_o$  , repetimos la interpolación. En este caso utilizaremos el diagrama  $B_p$ - $\delta$  (B.5.75). Entrando en la gráfica con diferentes revoluciones los resultados obtenidos son:



$n$	$\delta$	$B_p$	$\eta_o$
700	184,8	36,4	0,505
<b>725</b>	<b>191,4</b>	<b>37,7</b>	<b>0,516</b>
750	198	39	0,511
775	204,6	40,3	0,509
800	211,2	41,6	0,503

**Tabla 11.  $B_p$ - $\delta$ (B.5.75)**

Para esta nueva interpolación el máximo rendimiento se da, para 725 r.p.m., con un rendimiento en aguas libres de  $\eta_o = 0,516$  y una relación paso-diámetro de 0,94.

Con este nuevo rendimiento el empuje obtenido es 11.392,9N, que sigue siendo inferior al calculado inicialmente. Sin embargo, recalculando el área mínima necesaria para evitar la cavitación, se obtiene una relación área/disco de 0,80, por lo que lo aceptamos estos valores, ya que nos llevaría a interpolar a la misma gráfica  $B_p$ - $\delta$ (B.5.105).

Con el valor del rendimiento de la hélice en aguas libres, podemos obtener el rendimiento cuasi-propulsivo como:

$$\eta_D = \eta_H \cdot \eta_o \cdot \eta_R = 0,547$$

#### 4.2.4. Selección del Propulsor

Las dos alternativas planteadas para el propulsor se resumen en el siguiente cuadro:

Nº Palas	Z= 4	Z = 5
Diámetro	0,7 m	0,7 m
$A_D/A_o$	0,55	0,75
$A_D/A_o$ mínima	0,46	0,74
Velocidad nominal	800	725
Rendimiento en aguas libres $\eta_o$	0,503	0,516
Relación paso-diámetro H/D	1,05	0,99
Rendimiento cuasi-propulsivo $\eta_D$	0,533	0,547

**Tabla 12. Características de los propulsores de cuatro y cinco palas**

Como se observa la hélice de 5 palas tiene mejor rendimiento frente a la de 4 palas.

Por otra parte la relación paso-diámetro, es más ventajosa para el caso de cinco palas, ya que este valor es menor.

A pesar de que la relación área/disco escogida para la hélice de 4 palas es más favorable que la de 5 palas, para evitar fenómenos de cavitación, al aumentar el número de palas, se reduce la presión en cada una de ellas, consiguiendo reducir los riesgos de cavitación.

Por las razones antes mencionadas hemos seleccionado un propulsor con  $z=5$ .

### 4.3. Estudio de cavitación

---

El siguiente método busca la relación área-disco, obteniéndose del diagrama de cavitación de Burriel, el área proyectada óptima para que no se dé cavitación, y a partir de ésta, el área desarrollada.

La condición básica para que una hélice no cavite es que el índice de cavitación tiene sea mayor que el cociente entre la presión estática y la presión dinámica en un punto de la superficie de funcionamiento.

$$\sigma \geq \frac{P}{\frac{1}{2}\rho V^2}$$

La mayoría de los investigadores ha escogido como presión estática, en un punto de la superficie de la hélice girando el cociente  $\frac{T}{A_p}$ .

La presión dinámica suele tomarse en un punto representativo de la hélice, que es el situado en una sección  $0,80R$ . La velocidad de dicho punto de la hélice, se considera compuesta por la velocidad de avance  $V_a$ , y la tangencial de la pala en ese punto.

$$V^2 = V_a^2 + (\pi \cdot n \cdot 0,80 \cdot R)^2$$

Por consiguiente el criterio general de cavitación será

$$\sigma \geq \frac{T / A_p}{\frac{1}{2}\rho(V_a^2 + (\pi \cdot n \cdot 0,80 \cdot R)^2)}$$

El gráfico de cavitación mencionado tiene como abscisas los números de cavitación,  $\sigma$ , y en ordenadas, el otro miembro de la desigualdad anterior.

Calcularemos en primer lugar el número de cavitación correspondiente, que será:

$$\sigma = \frac{P_{0,8R} - e}{\frac{1}{2}\rho(V_a^2 + (\pi \cdot n \cdot 0,80 \cdot R)^2)} = \frac{P_{0,8R} - e}{q}$$

En la expresión anterior,  $P_{0,8R} - e = 10159 + 1026i_{0,8R} \text{ (kgf/m}^2\text{)}$

Donde  $i$  es la inmersión al radio considerado, que se puede expresar como:

$$i_{0,8R} = T_{pp} + a - (h + 0,4D)$$

Donde:

- $T_{pp} \equiv$  calado en la perpendicular de popa, 1,069 m.
- $a \equiv$  es la altura de la ola en popa, que se puede estimar como un 0,5 % de la eslora entre perpendiculares de la embarcación, 0,052 m.
- $h \equiv$  es la altura sobre la línea de base del eje, 0,84 m.

$$i_{0,8R} = 1,069 + 0,052 - (0,84 + 0,4 \cdot 0,7) = 1 \times 10^{-3}$$

La velocidad de avance es 8,7 nudos y las revoluciones del propulsor 725 rpm.

Luego sustituyendo en las expresiones anteriores el número de cavitación es:

$$\sigma_{0,8R} = \frac{P_{0,8R} - e}{q} = \frac{10159 + 1026 \cdot 1 \times 10^{-3}}{\frac{1}{2} \cdot 1026 / 9,81 ((8,7 \cdot 0,5144)^2 + (0,04189 \cdot 725 \cdot 0,7)^2)} = 0,41$$

Entrando con este valor en el diagrama de cavitación, obtenemos:

$$\frac{T / A_p}{\frac{1}{2}\rho(V_a^2 + (\pi \cdot n \cdot 0,80 \cdot R)^2)} = 0,23$$

Dado que el empuje es 11.392,9 N, el área proyectada será 1,95 m<sup>2</sup>.

El área del disco es  $A_o = \pi R^2 = 0,38 \text{ m}^2$ .

El área del propulsor lo podemos calcular a partir de la relación de áreas:

$$A_D = 0,55 \cdot A_o = 0,21 \text{ m}^2$$

Este área corresponde con área proyectada:

$$A_p = (1,067 - 0,229 \cdot H/D) \cdot A_D = (1,067 - 0,229 \cdot 1,05) \cdot 0,21 = 0,174 \text{ m}^2$$

Esta área proyectada es menor que la mínima área proyectada para evitar cavitación, luego es muy probable que la hélice sufra fenómenos de cavitación. Esta situación es común en propulsores con altas velocidades de revolución y muy próximos a la superficie como es nuestro caso.

#### 4.4. Definición del propulsor elegido

El propulsor elegido para la embarcación es una hélice de 5 palas con un diámetro de 0,7 m y una relación área/disco de 0,75. Como se comentó anteriormente es una hélice de las series B de Wageningen.

La relación paso/diámetro media es de 0,99, resultante del cálculo realizado para encontrar las revoluciones óptimas empleando los diagramas  $B_p$ - $\delta$ .

Las características geométricas de estas hélices con:

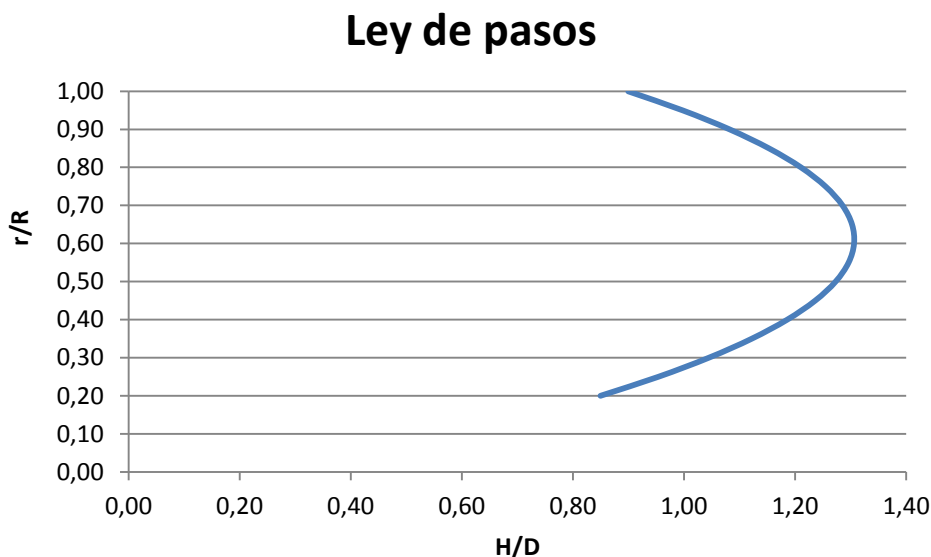
- La forma de los perfiles es de tipo ala de avión para  $r/R$  inferiores a 0,70 y arcos de círculo para relaciones  $r/R$  mayores de 0,80.
- Los espesores máximos siguen una ley lineal.
- La ley de pasos para las hélices de cinco palas de la serie B de Wageningen es constante desde la raíz hasta las puntas de las palas.
- El ángulo de lanzamiento de la hélice es de 15 °.

En nuestro caso, se ha seleccionado una ley de pasos parabólica. De esta manera, se reducirá el paso tanto en la punta como en la raíz de la pala, siendo mayor del valor establecido, en los radios intermedios. Esta decisión se ha tomado con dos objetivos claros.

- Descargar la punta de la pala, al reducir el paso en esta zona, reduciendo de este modo la probabilidad de cavitación.
- Conseguir una mecanización más sencilla y económica de las hélices, ya que al reducir el paso cerca del núcleo, se consigue una hélice de fabricación más fácil.

La relación paso diámetro obtenida de los diagramas  $B_p-\delta$  es 0,99. Se opta por una relación  $H/D$  de 0,99 en la punta y 0,96 en la raíz. El núcleo llega hasta 0,2 del radio total, como es característico en los propulsores de cinco palas de la serie de Wageningen.

El cálculo de la ley de pasos se realiza de manera que el valor medio sea el mismo que el correspondiente al de paso constante obtenido mediante el diagrama citado, es decir, que la integral a lo largo del radio tenga el mismo valor para la ley de pasos constantes que para nuestra ley parabólica. Con estas consideraciones, la ley de pasos es:



Gráfica 10. Ley de pasos

La propia serie de Wageningen da una tabla que permite definir la geometría de la palas en forma de una sucesión de secciones.

$r/R$	$c/D \cdot \frac{Z}{A_e/A_o}$	$a/c$	$b/c$	$t/D = A_r - B_r \cdot Z$	
				$A_r$	$B_r$
0.2	1.662	0.617	0.350	0.0526	0.0040
0.3	1.882	0.613	0.350	0.0464	0.0035
0.4	2.050	0.601	0.351	0.0402	0.0030
0.5	2.152	0.586	0.355	0.0340	0.0025
0.6	2.187	0.561	0.389	0.0278	0.0020
0.7	2.144	0.524	0.443	0.0216	0.0015
0.8	1.970	0.463	0.479	0.0154	0.0010
0.9	1.582	0.351	0.500	0.0092	0.0005
1.0	0.000	0.000	0.000	0.0030	0.0000

Tabla 13. Parámetros de la geometría de las palas

## 5. Maniobrabilidad

### 5.1. Dimensionamiento del Timón

Para realizar el dimensionamiento del timón, nos hemos basado en las recomendaciones dadas por A. Baquero en ref [2] y la Sociedad de clasificación.

Según la Sociedad de clasificación Bureau Veritas, la altura máxima del timón puede obtenerse en función del espacio disponible en el codaste, como:

$$H_{m\acute{a}x} = 0,86 \cdot H_{codaste}$$

Para nuestro caso, fijaremos la altura del timón como la altura máxima disponible. Luego la altura del timón es:

$$H_{m\acute{a}x} = 0,86 \cdot H_{codaste} = 0,86 \cdot 0,98 = 0,843 \text{ m} \Rightarrow \text{Altura del timón.}$$

Según las recomendaciones de A.Baquero en ref[2], podemos estimar el área mínima del timón, con la expresión que propone DNV.

$$\frac{A_R}{L \cdot T} = 0,01(1 + 50 \cdot C_B^2 \cdot (B/L)^2)$$

Sustituyendo los valores para nuestra embarcación, obtenemos que el área de timón tiene que ser,  $A_R > 0,189 \text{ m}^2$ .

Teniendo en cuenta una altura del timón de 0,843 m, podemos definir la cuerda y el alargamiento de pala de la siguiente manera:

Una vez definida la altura del timón y el área mínima, el autor de la referencia sugiere que la relación de espesores se encuentre entre el 15% y 23%, para evitar que existan fenómenos de desprendimiento de la capa límite y una relación de alargamiento del timón entre 1,4 y 2.

Par este caso, fijaremos la relación de alargamiento en 2, luego el valor de la cuerda del timón es:

$$\lambda = 2 \Rightarrow c = \frac{h}{\lambda} = \frac{0,843}{2} = 0,422 \text{ m}$$

Para calcular la relación  $t/c$ , recurrimos a la expresión propuesta en la referencia, que nos permite estimar su valor, teniendo en cuenta que el ángulo de desprendimiento máximo de la capa límite del timón sea mayor de  $35^\circ$ .

$$\delta_s = 7,11 \cdot (1 + t/c) \cdot \left(1 + \frac{1,25}{\lambda}\right) \cdot [1 + 0,0048 \sqrt{\ln(1 + 8 \frac{K_T}{\pi \cdot J^2})}] \frac{h}{D}$$

Donde:

$$K_T = \frac{T}{\rho n^2 D^4} = 0,249$$

$$J = \frac{V_a}{n \cdot D} = 0,502$$

Dando diferentes valores de  $t/c$ , en la expresión anterior, obtenemos:



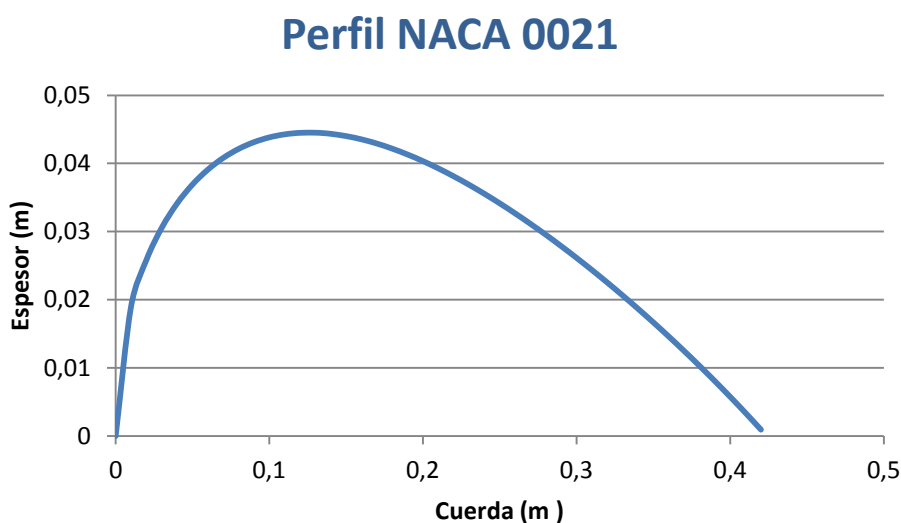
t/c	Ángulo máximo de desprendimiento $\delta_s$ (°)
0,19	33,5688112
0,2	34,5773162
<b>0,21</b>	<b>35,5858213</b>
0,22	36,5943263

**Tabla 14.Ángulo de desprendimiento en función de t/c**

Luego el valor de  $t/c = 0,21$ , que se encuentra dentro del rango de los valores recomendados (15% - 23%). De este modo el espesor máximo del timón es:

$$t = 0,21 \cdot c = 0,21 \cdot 0,422 = 0,089 \text{ m}$$

El perfil del timón será un perfil NACA 0021.



**Gráfica 11. Perfil Naca 0021**

## 5.2. Estudio de la maniobrabilidad

Para el estudio de la maniobrabilidad de la embarcación nos hemos centrado en el estudio de su facilidad de evolución, su estabilidad de ruta, y su facilidad de cambio de rumbo y en los criterios mínimos exigidos por la IMO. Ref [2]

Estos criterios vienen dados en función del coeficiente de bloque del buque, luego interpolando linealmente podremos obtener las exigencias mínimas para la embarcación en estudio.

- El diámetro de evolución :

$$D \leq 3,2 \cdot L_{pp} \text{ con } C_B = 0,80$$

$$D \leq 4,2 \cdot L_{pp} \text{ con } C_B = 0,60$$

- El ancho de histéresis no debe ser superior a 4°.
- El índice P de Norrbín:

$$P \geq 0,2 \text{ con } C_B = 0,80$$

$$P \geq 0,3 \text{ con } C_B = 0,60$$

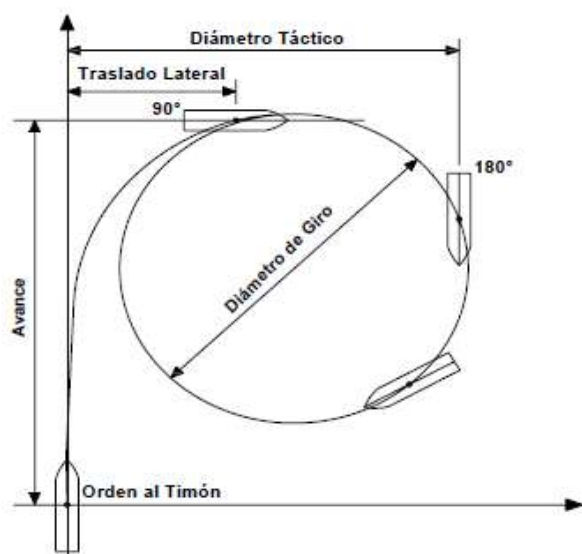
Todos estos criterios se refieren al buque en navegación libre a la velocidad de servicio y al calado de plena carga.

Dado que el coeficiente de bloque de la embarcación es inferior a 0,60, no podemos interpolar con los valores propuestos. Sin embargo a modo de referencia, fijaremos como criterios mínimos para nuestro proyecto, los correspondientes a buques con coeficiente de bloque igual a 0,60.

### 5.2.1. Facilidad de evolución

---

La facilidad de evolución está relacionada con el espacio físico que necesita el buque para realizar cambio brusco de trayectoria y rumbo (por lo menos 180 °).



**Gráfica 12. Facilidad de evolución. Diámetro de giro**

El parámetro que estudia la facilidad de evolución es el diámetro de giro, que se puede estimar según:

$$\frac{D_g}{L} = \frac{0,048}{\sin 2\delta} \frac{L_{pp}}{B} \frac{1}{C_B^2} \frac{M \cdot V_a^2}{\frac{\partial F_n}{\partial \delta} \cdot L_{pp}} \left(1 + 25 \frac{T_{pp} - T_{pr}}{L_{pp}}\right)$$

Donde:

- $\delta$  es el ángulo de timón
- $D_g$  el diámetro de giro
- $M$  la masa en u.t.m

$\frac{\partial F_n}{\partial \delta}$  la fuerza normal por ángulo de timón, expresada en (kg/rad), que se calcula a través de la siguiente expresión:

$$\frac{\partial F_n}{\partial \delta} = \frac{F_t / \delta}{C}$$

Donde  $F_t$  es la fuerza tangencial y  $C=1-0,00286 \cdot \delta=0,99825$  rad

El coeficiente de fuerza transversal por unidad de ángulo de timón se obtiene según:

$$\frac{C_{Ft}}{\delta} = \frac{2\pi\lambda}{\lambda + 2,55} \left(1 - 0,35 \frac{t}{c}\right) \left(1 + \frac{8K_T D}{\pi J^2 h}\right) \frac{C_B + 0,3}{1 + 1,214[1 - e^{0,3(K_T/J^2)}]}$$

$$\text{Obteniéndose: } \frac{C_{Ft}}{\delta} = 7,8209 \text{ N/rad.}$$

De donde podemos obtener la fuerza transversal en función de:

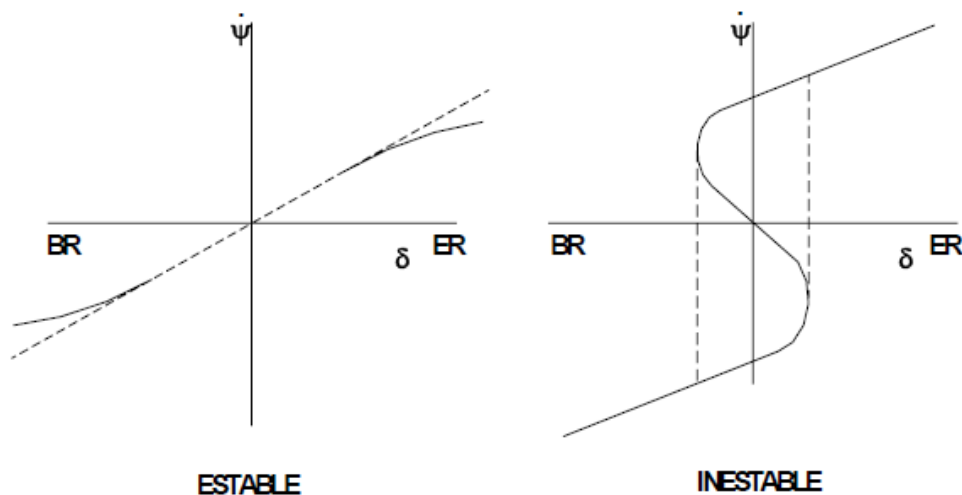
$$\frac{C_{Ft}}{\delta} = \frac{F_t/\delta}{0,5 \cdot \rho \cdot A_R \cdot V_a^2} \Rightarrow F_t/\delta = 31346,92 \text{ N/rad}$$

$$\frac{\partial F}{\partial \delta} = \frac{F_t/\delta}{C} = 31397,9 \frac{\text{N}}{\text{rad}} = 3200,6 \text{ kg/rad}$$

El diámetro de giro resultante es  $2,058 \cdot L_{pp}$ , que es menor que el límite máximo admisible  $4,2 \cdot L_{pp}$ .

### 5.2.2. Estabilidad de ruta

Se define la estabilidad de ruta como, la capacidad de un buque de mantener una ruta determinada, actuando sobre el timón lo menos posible. La estabilidad de ruta se cuantifica por el ancho en grados del ciclo de histéresis de la curva velocidad de giro-ángulo de timón que se obtiene durante la maniobra de espiral. De los resultados de este ensayo, puede ocurrir que, la curva pase por el centro en cuyo caso puede decirse que el buque tiene la propiedad de estabilidad de rumbo, o que no lo haga, en cuyo caso significa que ese buque tiene inestabilidad de rumbo.



**Gráfica 13. Estabilidad de ruta. Curva de histéresis**

Luego si el ancho de esa curva de histéresis es negativo, es decir, no existe, se considera que el buque tiene estabilidad de ruta positiva. Por lo tanto nuestro criterio será:

$$a < 0$$

Para evaluar el índice “a” se hace uso del coeficiente de Nomoto,  $T'$ , que representa físicamente la relación inercia/amortiguamiento hidrodinámico y puede calcularse a partir de la expresión:

$$a = 18,12 - \frac{46,43}{T'}$$

$$T' = \frac{K_I^2 + K_J^2}{d_1} \frac{1}{1 + G}$$

Donde:

$K_I$   $\equiv$  es el radio de inercia de masas del buque alrededor de un eje vertical que pasa por el centro de gravedad, adimensionalizado con la eslora. Este valor suele estar comprendido entre 0,24 y 0,26, tomaremos el valor medio, 0,25.

$K_J$   $\equiv$  es el radio de inercia del agua arrastrada, es función de las formas de la carena y se puede estimar a partir del gráfico de Motora indicado en la referencia. El valor de  $K_J$ , aproximado es 0,26.

$d_1$  es la distancia adimensionalizada con la eslora entre el centro de gravedad y el punto de aplicación de las fuerzas y se define mediante la expresión:

$$d_1 = L_1/L_{PP} - (0.5 - X_B/L_{PP})$$

$X_B$  es la abscisa del centro de carena respecto a la maestra, negativa a popa, en metros. Para la situación de plena carga  $X_B$  vale -0,5725 m.

$L_1/L_{PP}$  es el punto de aplicación de las fuerzas sobre la carena y se evalúa mediante la expresión:

$$\frac{l_1}{L_{pp}} = 0,27 + 0,258(F + 0,38)^{0,39}$$

y  $F$  se define como:

$$F = \frac{C_{Ft}}{\delta} (1 - w)^2 \frac{A_R}{L_{PP} \cdot T} \frac{L_{pp}}{B} \frac{1}{C_B^2} (1 + 25 \frac{T_{pp} - T_{pr}}{L_{pp}})$$

Y finalmente,  $G$  es una expresión definida como:

$$G = 0,0193 \frac{L_{pp}}{B} \frac{1}{C_B^2} (1 + 25 \frac{T_{pp} - T_{pr}}{L_{pp}})$$

Sustituyendo, en las expresiones anteriores los resultados obtenidos son:

$G=0,8414$
$F = 7,6685$
$l_1/L_{pp} = 0,8519$
$d_1 = 0,4041$
$T'=0,1748$
<b><math>a = -247,4703</math></b>

**Tabla 15. Resultado estabilidad de ruta**

Como el valor  $a < 0$ , la estabilidad de ruta es positiva, luego se cumple el criterio exigido.

### 5.2.3. Facilidad de cambio de rumbo

---

Se define como la capacidad que tiene un buque de realizar un cambio de rumbo en el menor espacio posible y en el menor tiempo. Esta cualidad se cuantifica con el número Norbin (P), que se obtiene de la siguiente expresión:

$$P = K'(1 - T' + T'e^{-1/T'})$$

El coeficiente de Nomoto  $T'$ , lo hemos calculado anteriormente. Para determinar el valor de  $K'$ , utilizamos la expresión teórico-empírica que propone Nomoto:

$$\frac{K'}{T'} = 0,325 \frac{F_t \cdot L}{MV_a^2} \frac{1}{K_I^2 + K_J^2} = 3,125$$

Sustituyendo éste valor en la ecuación de Nomoto, obtenemos que el número de Norbin es 0,451, que es superior al mínimo requerido para que tuviera una buena facilidad de cambio de rumbo.

Una vez analizada la maniobrabilidad de la embarcación, y viendo que cumple con los requerimientos mínimos de maniobrabilidad, aceptamos la geometría del timón previamente dimensionada.

## 5.3. Potencia del servo

---

Para calcular la potencia del servo, primero calcularemos el par en la mecha que se debe soportar. Una vez calculado el par estimaremos la potencia necesaria del servo timón, teniendo en cuenta el tiempo máximo que debe emplear el timón para pasar de una banda a otra. Para ello calcularemos la fuerza máxima que debe vencer el servo, que para nuestra embarcación es en la situación de marcha adelante.

### 5.3.1. Fuerza sobre la pala del timón

---

La fuerza sobre la pala del timón la podremos calcular utilizando la siguiente expresión:

$$F_{timón} = 132 \, n_R \, A \, V^2 r_1 r_2 r_3$$



Donde:

- $n_R \equiv$  es un coeficiente en función del tipo de navegación, que es igual a 1 en navegación sin restricción.
- $A \equiv$  es el área del timón,  $0,3557m^2$ .
- $V \equiv$  es la velocidad marcha adelante, 10 nudos.
- $r_1 \equiv$  es un factor de forma que se define como  $r_1 = \frac{\lambda+2}{3} = \frac{2+2}{3} = 1,33$
- $r_2 \equiv$  se define en función del perfil del timón y en nuestro caso es 1,10 para marcha adelante.
- $r_3 \equiv$  es un factor que refleja la acción de la hélice sobre el timón, para el caso del timón alineado con el eje de la hélice y una hélice sin tobera este valor es 1.

Sustituyendo en la ecuación, tenemos que la  $F_{timón} = 5164,76 N$

### 5.3.2. Momento en la mecha del timón

---

Para calcular el par en la mecha, utilizamos la siguiente la expresión, dada por Bureau Veritas:

$$M_{Tr} = F_{timón} \cdot r$$

Donde:

$r \equiv$  es el brazo del par, que se calcula según  $r = b(\alpha - \frac{A_F}{A})$

Donde  $b$  es la cuerda media del timón,  $\alpha$  es un coeficiente que refleja la condición de avance o ciando, para la situación de avance vale 0,33, y  $A_F/A$  es la relación de compensación (el área a proa de la caña), este valor puede estimarse como 0,20.

Sustituyendo en la expresiones anteriores, el par en la mecha es 283,34 N·m.

### 5.3.3. Potencia del servo timón

---

La Sociedad de Clasificación obliga a que la velocidad angular debe ser tal, que el timón pueda pasar de 35° a una banda a 30° a la otra en un máximo de 28 segundos, con el buque a máxima velocidad. Por tanto la velocidad angular será:

$$\omega = \frac{30 + 35}{28} \cdot \frac{\pi}{180} = 0,0405 \text{ rad/s}$$

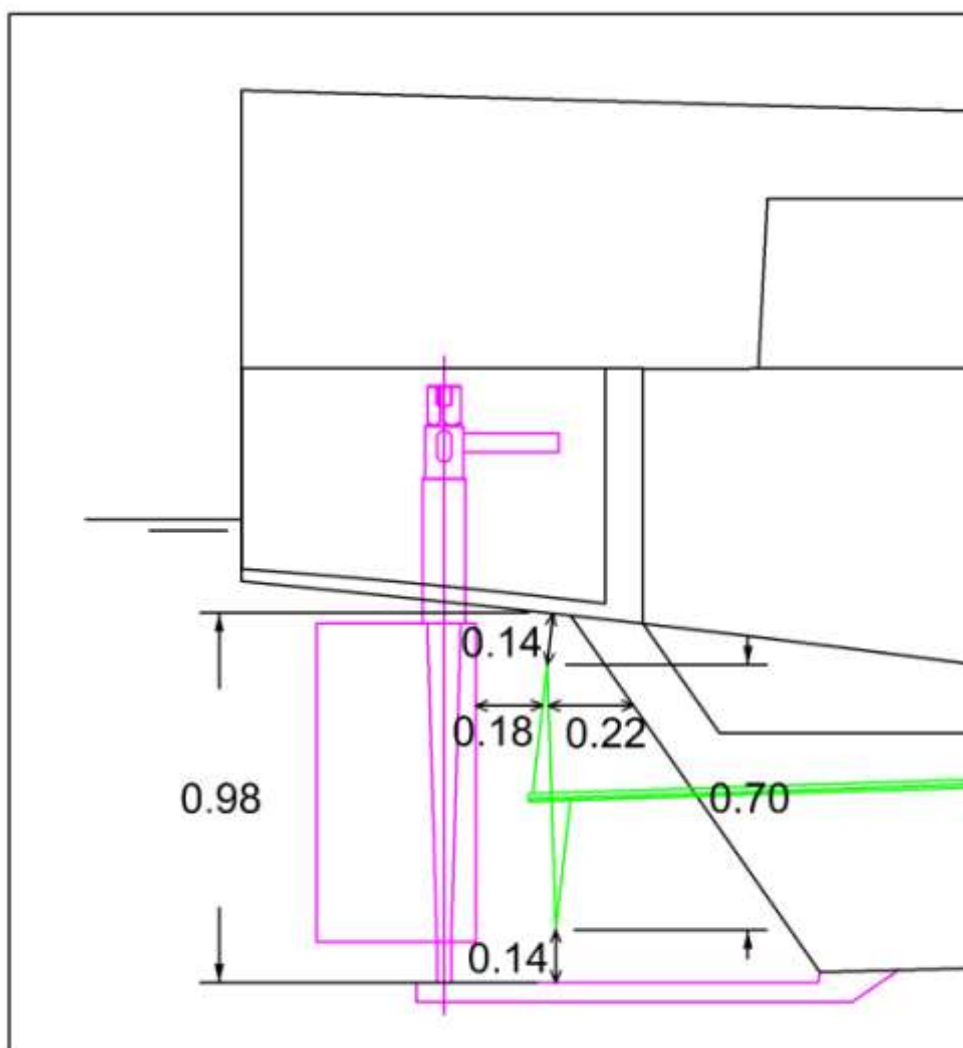
La potencia necesaria la calculamos, como:

$$P_{MT} = M_{Tr} \cdot \omega = 283,34 \cdot 0,0405 = 11,48 \text{ W}$$

Suponiendo un rendimiento mecánico del 70% y un rendimiento eléctrico del 85%. Finalmente la potencia estimada del servo timón es:

$$P_{servo} = \frac{P_{MT}}{\eta_{mec} \cdot \eta_{elec}} = 19,29 \text{ W} \approx 20 \text{ W}$$

## 6. Perfil del codaste



## 7. Bibliografía

---

- [1] "Hidrodinámica de embarcaciones rápidas. Tomo 2." José M<sup>a</sup> González Álvarez-Campana [2] "Introducción a la resistencia y propulsión". Propulsión del buque. Autor: D. Antonio Baquero.
- [3] "La maniobrabilidad del buque pesquero", de Antonio Baquero. Publicación número 123 del Canal de Experiencias Hidrodinámicas del Pardo. Madrid, Agosto de 1987.
- [4] "A power prediction method and its application to small ships" G. van Oortmerssen. 1971
- [5] "Apuntes sobre Buques Pesqueros". De José Fernando Núñez Basáñez.
- [6] Reglamento Bureau Veritas
- Ref [7] "Embarcaciones rápidas", de J.M. Alvarez- Campana.



# “Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”

---

## Cuaderno Nº 7

### Planta propulsora y cámara de máquinas

#### **Alumnos:**

*Daniel Leante Darricau*  
*Laura Alba García Marugán*

#### **Tutores:**

*José Fernando Núñez Básañez*  
*David Gutiérrez Díaz*

#### **Cotutores en la universidad de acogida (ESPOL):**

*Cristóbal Mariscal*  
*Bolivar Vaca*

## ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Disposición de la cámara de máquinas	3
3. Sistema propulsor	3
3.1. Motor propulsor	3
3.2. Caja reductora	6
3.3. Línea de ejes	6
3.4. Bocina	7
4. Servicio de combustible	7
5. Servicio de aceite	11
6. Sistema de refrigeración	12
7. Otros sistemas de agua de mar	14
8. Servicio de ventilación de cámara de máquinas	14
9. Cálculo de la autonomía	18
10. Bibliografía	19

## TABLAS

Tabla 1: Características del motor.	5
-------------------------------------	---

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Motor Caterpillar 3056.	5
Ilustración 2: Dimensiones del motor.	5
Ilustración 3: Sistema de combustible (tanques de servicio diario)	9



Ilustración 4: Sistema de combustible. (Alimentación al motor)	10
Ilustración 5: Bomba hidráulica.	12
Ilustración 6: Servo del timón.	12
Ilustración 7: Circuito de refrigeración.	14
Ilustración 8: Admisión y otros.	15
Ilustración 9: Circulación de aire en CM.	16
Ilustración 10: Disposición escape.	17
Ilustración 11: Circulación en el guardacalor.	17

## 1. Introducción

---

En este documento se seleccionará el sistema propulsor del buque teniendo en cuenta, no solo la parte técnica, las características, sino también las facilidades de mantenimiento y la aceptación por parte de pescadores y armadores.

Asimismo se seleccionará el resto de equipo necesario en la cámara de máquinas para el correcto funcionamiento de la embarcación, como la reductora y el sistema hidráulico.

## 2. Disposición de la cámara de máquinas

---

La cámara de máquinas está dispuesta en la parte central de la embarcación, entre la bodega y la sala de literas, situándose entre las cuadernas 10 y 15, su longitud es de 2,5 m y transversalmente está limitada por los tanques de combustible 2 de babor y estribor, dándole una manga de 1,8 m, y altura desde el fondo hasta la cubierta.

Siendo su volumen de 4,84 m<sup>3</sup>.

La disposición de la cámara de máquinas en este espacio está justificado en el documento de la disposición general, siendo los principales motivos: la pérdida de eficiencia de la propulsión de disponerse a popa de la bodega debido al mayor ángulo del eje, y la bajada del centro de gravedad que se consigue en la posición definitiva.

También se dispone aquí un cofferdam entre la bodega y la cámara de máquinas para asegurar la buena conservación de las capturas, consiguiendo que no se deteriore por el calor proveniente del motor.

## 3. Sistema propulsor

---

### 3.1. Motor propulsor

---

Para la selección del propulsor de la embarcación se parte de la potencia calculada en el documento respectivo.

En nuestro caso, para una velocidad de 10 nudos y considerando un régimen del motor al 90% del MCR, es necesaria una potencia del mismo de 120,11 kW al freno.



Para la selección del motor propulsor de la embarcación se han seguido varios criterios: el primero es que cumpla con las especificaciones, pero también es muy importante en este tipo de proyectos que exista una buena distribución de la marca seleccionada, que exista una probada red de servicios para el mantenimiento, tanto para conseguir piezas de repuesto como la capacitación para las reparaciones, asimismo es de tremenda importancia la confianza en el motor por parte de los pescadores y armadores.

Como indicador de estos criterios, tomaremos la base de datos de pesqueros cedida por la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, ya referida en el dimensionamiento, donde se pueden ver los motores propulsores de las embarcaciones pesqueras; de la misma manera se han tenido en cuenta las entrevistas con pescadores y armadores.

En esta base de datos podemos identificar el número de motores por marca, lo cual nos da una idea de la existencia de distribuidor, buen mantenimiento y de que estos motores han sido aceptados por pescadores y armadores. Siendo también motores para los cuales existe capacidad de adquisición.

Existen además los llamados motores “chinos” más baratos y en auge, pero aún en proceso de aceptación, y de peor calidad.

Evidentemente el tipo de motores para esta embarcación son motores rápidos.

Por todo lo anterior, viendo los motores posibles, la selección ha sido un motor Caterpillar.

Según la guía de selección de motores de Caterpillar [1], en nuestro caso, debemos instalar un motor con rating C, que incluye a la mayoría de las embarcaciones pesqueras.

Finalmente el motor de la embarcación Caterpillar modelo 3056, es un motor de 6 cilindros en línea y potencia de 138 kW al freno a 2100 rpm.



**Ilustración 1: Motor Caterpillar 3056.**

Siendo la potencia necesaria para la propulsión de la embarcación 120,11 kW al freno, este motor cumple las exigencias del proyecto.

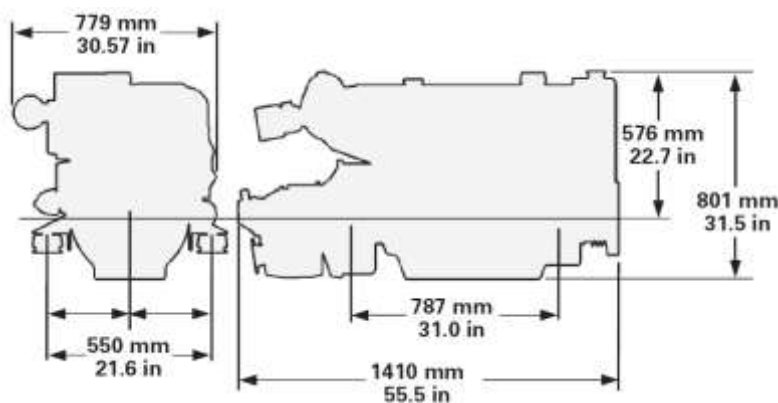
De esta marca, Caterpillar, existe un distribuidor en la ciudad de Guayaquil.

Las características de este motor son las siguientes:

Caterpillar 3056	
Potencia	138 bKW
rpm	2100
Cilindros	6 en línea
Relación de compresión	16:1
Cilindrada	6 l
Peso	609 kg

**Tabla 1: Características del motor.**

Las dimensiones, con reductora, son:



**Ilustración 2: Dimensiones del motor.**

### 3.2.

### Caja reductora

Para conseguir las revoluciones para la hélice, es necesario instalar una reductora entre el motor y la línea de ejes.

La relación de reducción ideal para las revoluciones del motor y las necesarias en la hélice es:

$$r = \frac{rpm_m}{rpm_h} = 2,89$$

Dadas las posibilidades existentes la relación de reducción más próxima es 2,9. Con lo que se tendrá una reductora MG507 con un error del 0,1%.

### 3.3. Línea de ejes

Para el dimensionado de la línea de ejes se recurrirá al Bureau Veritas [2]. En esta Sociedad de Clasificación se exige que la tensión de rotura del material esté entre 400 y 800  $N/mm^2$  (MPa) y que dicho material sea resistente a la corrosión.

Para conseguir estas características se escoge acero inoxidable EN 1.4404 (AISI 316L), con una tensión a fractura de 500 MPa y un límite elástico de 200 MPa. [3]

Así la expresión para su cálculo es:

$$d_p = 100 \cdot k_p \cdot \left[ \frac{P}{n \cdot (1 - Q^4)} \cdot \frac{560}{R_m + 160} \right]^{1/3}$$

Donde:

- $k_p$ , es un factor que depende de las características constructivas del eje.
- $P$ , potencia del motor en kW. (MCR)
- $R_m$ , es la tensión de rotura.
- $Q$ , para ejes macizos es igual a 0.
- $n$ , son las rpm del propulsor.

Así tenemos los siguientes valores:

$$d_p = 100 \cdot 1,26 \cdot \left[ \frac{138}{725 \cdot (1 - 0^4)} \cdot \frac{560}{500 + 160} \right]^{1/3} = 68,6 \text{ mm}$$

**"Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador"**

Proyecto 082/ Cuaderno 7

Según el fabricante del motor propulsor el eje de la hélice debe estar próximo a 6,5 cm de diámetro. [1]

Según documentos del COFI [8]:

$$d_p = k \cdot \sqrt[3]{\frac{P}{r}}$$

k, depende del material del eje, en nuestro caso 23.

P, potencia del motor en kW. (MCR)

r, revoluciones de la hélice por segundo.

$$d_p = 23 \cdot \sqrt[3]{\frac{138}{725/60}} = 51,8 \text{ mm}$$

De los tres casos cogemos el cálculo más exigente, con lo que finalmente el diámetro del eje escogido es de 70 mm.

### 3.4. Bocina

---

La bocina de la embarcación es tremendamente importante para la estanqueidad de la misma, así mismo debe soportar grandes esfuerzos, por todo ello debe de cuidarse especialmente, este punto.

Para soportar dichos esfuerzos se construirá en acero de gran espesor.

La estanqueidad se conseguirá mediante un prensaestopas.

## 4. Servicio de combustible

---

El sistema de combustible constará de los siguientes elementos: tanques almacén, tanques de servicio diario, que se utilizará también como tanque de sedimentación, bomba de trasiego y purificadora de combustible.

El llenado de combustible se hará mediante una toma de combustible dispuesta en la cubierta.

El llenado de los tanques almacén se hará mediante un colector, del que se distribuirá el combustible por tuberías independientes a los depósitos almacén.

Los depósitos almacén serán los situados a popa, los depósitos de servicio diario están situados a los lados del motor propulsor.

La bomba de trasiego aspira el combustible para su movimiento entre los depósitos, debe ser de desplazamiento positivo, su capacidad deberá llenar el tanque de servicio diario en una hora y media.

Así el caudal será de  $1,01 \text{ m}^3/h$ .

Y el consumo de la bomba:

$$Pot = \frac{P \cdot Q \cdot C_s}{\eta_e \cdot \eta_m}$$

Siendo:

- $P$ , presión, será de 20 m.c.a.
- $Q$ , caudal, calculado anteriormente.
- $C_s$ , coeficiente de seguridad, 5%.
- $\eta_e$ , rendimiento eléctrico, 0,83.
- $\eta_m$ , rendimiento mecánico, 0,6.

$$Pot = \frac{20 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,01 \cdot 1,05}{0,83 \cdot 0,6 \cdot 3600} = 116W = 0,116kW$$

La purificadora de combustible debe ser capaz de procesar el combustible que consume el motor en un día, en el plazo de 8 horas.

De esta manera debe tener capacidad mínima de:

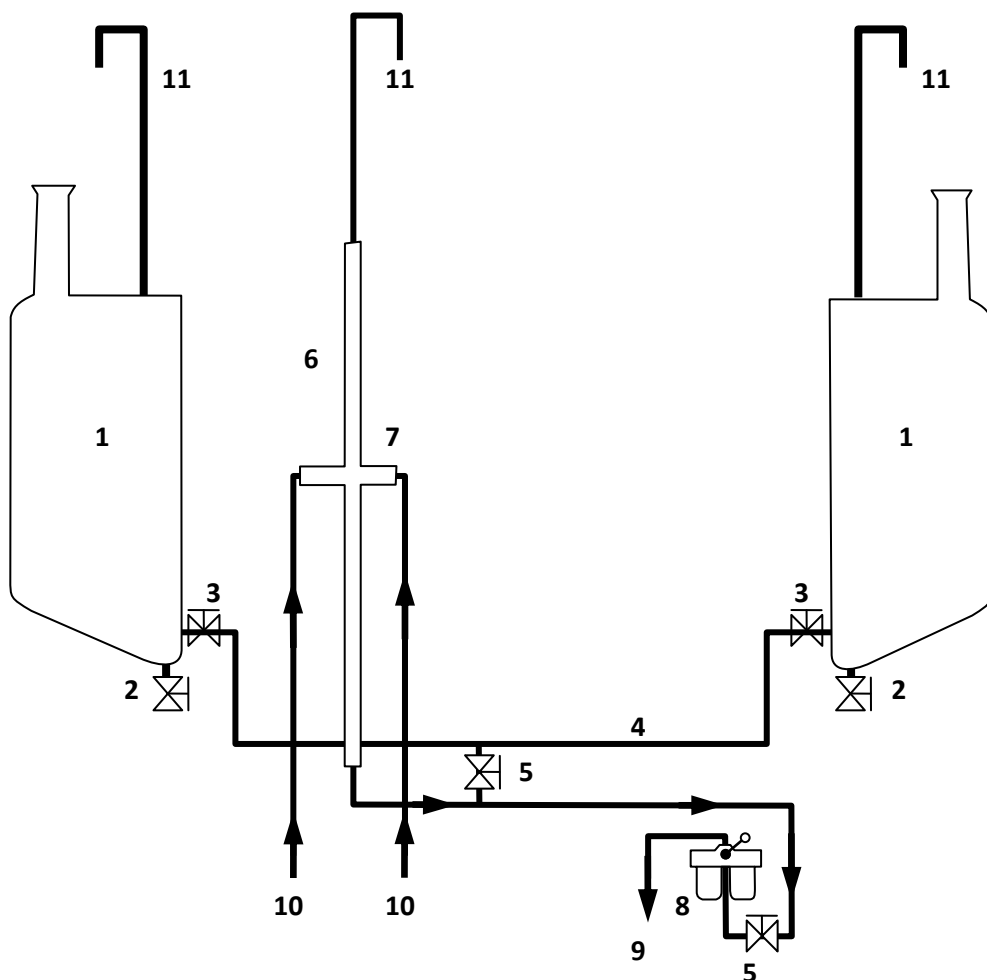
$$Q_{pur} = 0,1 \text{ m}^3/h$$

Según las recomendaciones del fabricante las mejores tuberías a utilizar en estos sistemas son las de hierro negro.

Los depósitos de servicio diario se utilizarán también como tanques de sedimentación, estos depósitos tendrán combustible para el funcionamiento del motor durante, al menos, 24h.

De estos tanques el combustible se lleva al motor por un colector pasando posteriormente por el filtro de combustible.

Asimismo este sistema consta de una línea de retorno del combustible sobrante, con una tubería de aireación para eliminar el posible aire que contenga.



**Ilustración 3: Sistema de combustible (tanques de servicio diario)**

2. Drenaje del tanque de combustible.
3. Válvula de salida del tanque.
4. Manifold de suministro de combustible, debe estar más bajo que la salida de los tanques.
5. Válvula de cierre.
6. Tubería vertical.
7. Manifold de retorno de combustible.
8. Filtro primario de combustible.
9. Línea de abastecimiento de combustible.
10. Línea de retorno de combustible desde el motor.
11. Ventilación a la atmósfera.

De esta manera, siendo el motor propulsor de 138 kW y funcionando al 90% de MCR tenemos su funcionamiento a una potencia de 124,2 kW.

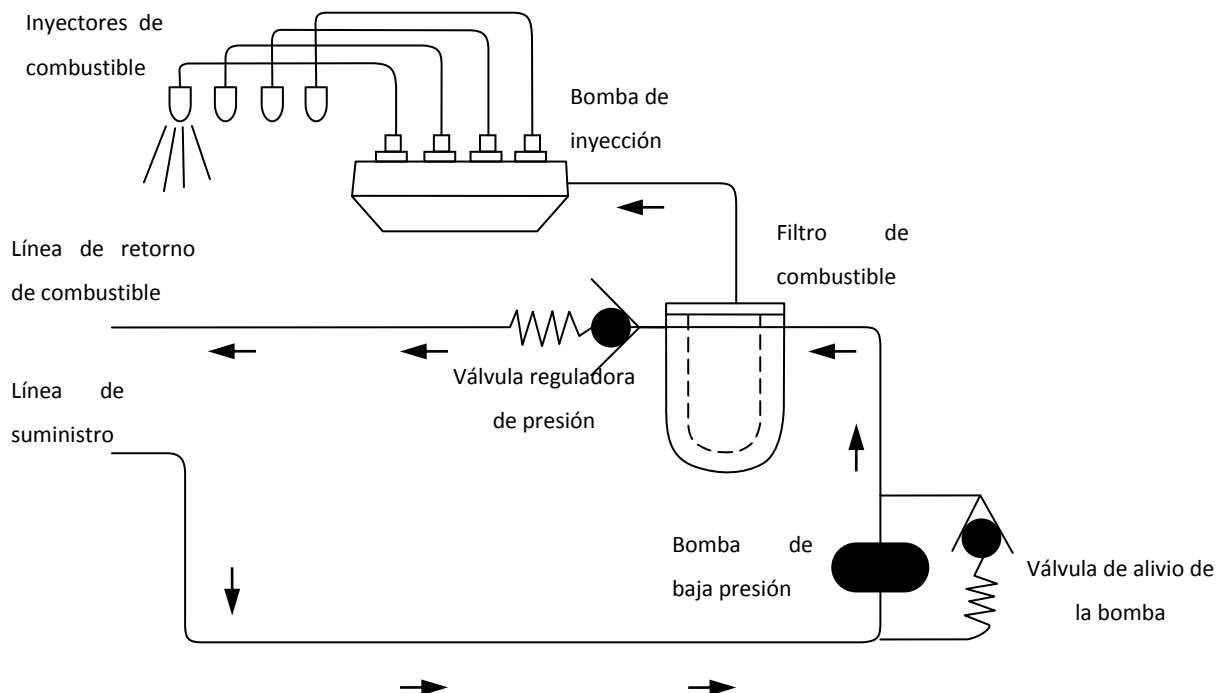
Según las especificaciones del fabricante, interpolando, el consumo específico de combustible es de 218,3 g/kW·h, que son 0,2183 kg/kW·h, es decir, que necesitamos un volumen de:

$$V_{dd} = \frac{24 \cdot C_e \cdot P_{bKW}}{\rho_{combustible}} = \frac{24 \cdot 0,2183 \cdot 124,2}{840} = 0,775 m^3$$

Siendo dos depósitos de 0,903 m<sup>3</sup> cada uno, el volumen es más que suficiente.

Estos depósitos descargarán a un colector común que llevará el combustible al motor.

La línea de suministro de combustible al motor propulsor pasa por la bomba primaria, de baja presión, con una válvula de alivio para mantener la presión, existiendo posteriormente otro filtro de combustible y llegando a la bomba de inyección de alta presión.



**Ilustración 4: Sistema de combustible. (Alimentación al motor)**



## 5. Servicio de aceite

El sistema de aceite debe alimentar al motor principal y a la reductora. Estos sistemas dispondrán de bombas acopladas que desde el propio cárter aspirarán el aceite, disponiendo también de filtros.

Las bombas necesarias están integradas en el motor, bombas acopladas que aspirarán de su propio cárter, y su consumo, por lo tanto, ya está considerado en las especificaciones de potencia dadas por el fabricante.

De la misma manera el aceite está almacenado en la misma máquina, debiendo ser cambiado cada 400 horas de uso del motor.

La capacidad de almacenaje del motor es de 15 litros. Para calcular su consumo, podemos suponer el consumo específico de aceite en  $0,4 \cdot 10^{-3} g / kW \cdot h = 0,4 \cdot 10^{-6} kg / kW \cdot h$ ; y como son 8 días de marea, suponiendo que el motor esté en funcionamiento las 24h, el consumo es:

$$C_{aceite} = \frac{8 \cdot 24 \cdot C_{e_{aceite}} \cdot MCR \cdot P_{bkW}}{\rho_{aceite}} = \frac{8 \cdot 24 \cdot 0,4 \cdot 10^{-6} \cdot 0,9 \cdot 138}{880} = 1,1 \cdot 10^{-5} m^3$$

Lo cual es insignificante, y como se veía no es necesario disponer un tanque específico para el aceite.

El consumo de aceite de la reductora se puede estimar en un 10% del consumo de aceite lubricante del motor principal, por lo que sucede de igual manera.

Siendo el consumo de aceite tan pequeño los cambios del mismo se realizarán en puerto, no debiendo se disponer un tanque para el almacenamiento de aceites usados.

Las tuberías, al igual que en el sistema de combustible, deben ser de hierro negro.

El circuito de aceite hidráulico irá integrado por una bomba hidráulica directamente acoplada al motor, un depósito, el servo y el accionamiento en la rueda del timón.

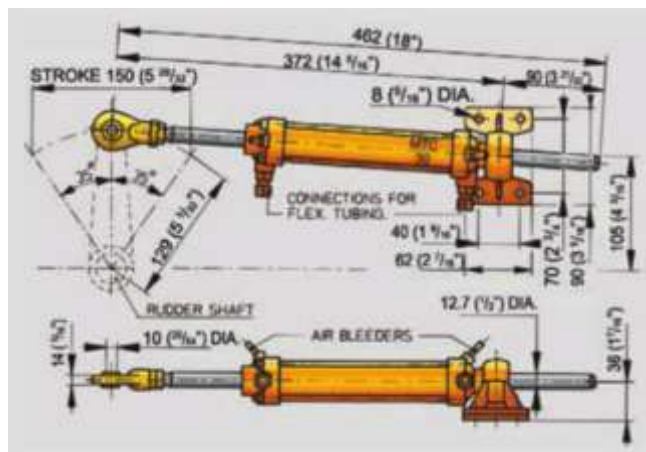
El depósito estará en la cámara de máquinas fácilmente accesible.

La bomba hidráulica acoplada directamente al motor funciona con un sistema de presión constante, de esta manera si no se requiere su trabajo, la bomba simplemente gira libre.



**Ilustración 5: Bomba hidráulica.**

El servo debe darnos un par en la mecha del timón de 283,34 N·m, se selecciona el servo MTC30, que puede dar un par máximo de 294 N·m.



**Ilustración 6: Servo del timón.**

Con estos elementos, el depósito de aceite hidráulico, y el accionamiento en la rueda del timón, esta debe dar 3,4 vueltas para moverse de un extremo al otro.

## 6. Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración del motor utiliza el agua del mar para lograr su objetivo.

El agua de mar es especialmente corrosiva por lo que este no se utiliza para la refrigeración directamente de los elementos del motor, para lograr la temperatura adecuada se consigue mediante intercambiadores de calor.

El circuito para llevar el agua marina hasta este intercambiador es el que vamos a tratar aquí.

Este circuito constará con los siguientes elementos:

- Toma de mar.
- Tuberías.
- Válvulas.
- Filtros.
- Bombas.
- Intercambiador.

La toma de mar se hará en el fondo del casco, asegurando su estanqueidad con el tiempo y materiales de la suficiente calidad para evitar la corrosión.

Esta será accesible y contará con una válvula para solventar averías y asegurar un fácil mantenimiento.

Asimismo debe estar dotada de una rejilla que tendrá la función de primer filtro destinado a impedir el paso de cuerpos extraños de gran tamaño en el circuito.

Posteriormente se dispondrá un filtro para las partículas más pequeñas.

Las tuberías, aunque para evitar la corrosión las mejores serían de aleaciones de níquel-cobre, para unificar los materiales de la embarcación y por precio, se instalarán tuberías de hierro negro, también aconsejadas por el fabricante. Estas tuberías deberán ser reemplazadas cada dos o tres años.

La aspiración del agua de mar se realiza mediante una bomba integrada en el motor, e independiente del circuito interno del motor.

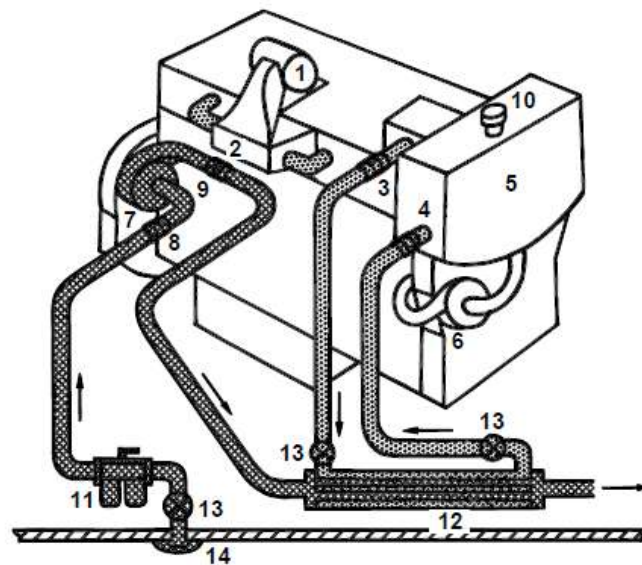
Para rebajar la temperatura del fluido del circuito interno del motor se dispondrá un intercambiador, por este circulará el agua de mar consiguiendo dicho objetivo.

El agua de mar, una vez cumplido su objetivo, será evacuada por una descarga situada en el costado por encima de la flotación.

El circuito interno de refrigeración del motor, estará lleno de agua dulce con las propiedades adecuadas y con aditivos que eviten la corrosión. La bomba para su circulación está integrada en el motor.

***“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”***

*Proyecto 082/ Cuaderno 7*



JACKET WATER AFTERCOOLED  
Heat Exchanger

- |                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Turbocharger                     | 8. Seawater inlet connection  |
| 2. Aftercooler, jacket water cooled | 9. Seawater outlet connection |
| 3. Jacket water outlet connection   | 10. Pressure cap              |
| 4. Jacket water inlet connection    | 11. Duplex full-flow strainer |
| 5. Expansion tank                   | 12. Heat exchanger            |
| 6. Jacket water pump                | 13. Shut-off valve            |
| 7. Auxiliary pump, seawater         | 14. Seawater intake           |

Ilustración 7: Circuito de refrigeración.

## 7. Otros sistemas de agua de mar

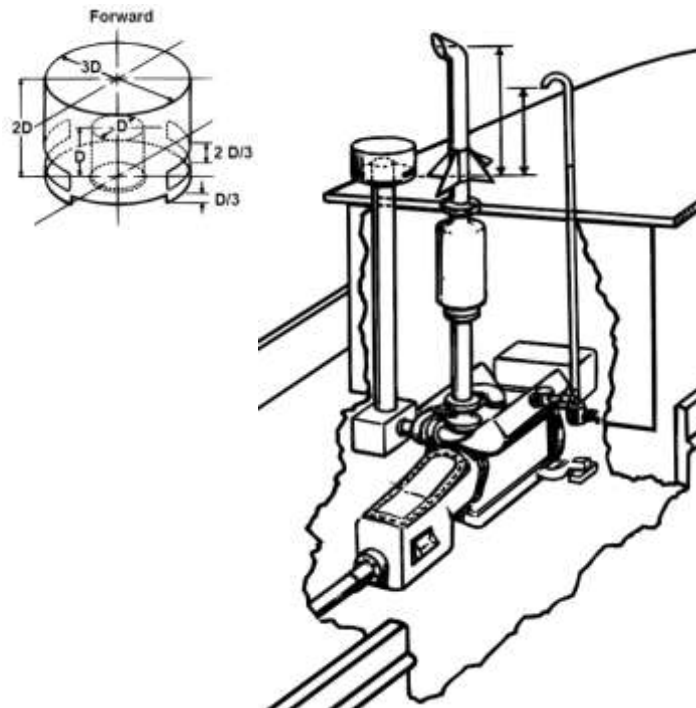
Además de la refrigeración existirán dos circuitos que se aprovecharán del colector de agua marina dispuesto en la toma de mar. El vivero se llenará mediante una bomba manual. Asimismo se dispondrá de bombas de pie para los lavabos tanto de la cocina como del baño, ahorrando de esta manera para ciertos usos, agua dulce y electricidad.

## 8. Servicio de ventilación de cámara de máquinas

El sistema de ventilación se puede dividir en tres partes: admisión, ventilación y escape.

La admisión al motor principal se hace a través de un filtro de aire, y un conducto que aspira el aire del exterior. Esta entrada de aire se deberá disponer de tal forma que impida la entrada de cuerpos extraños, así como evite la entrada de agua de mar por rociones o salpicaduras.

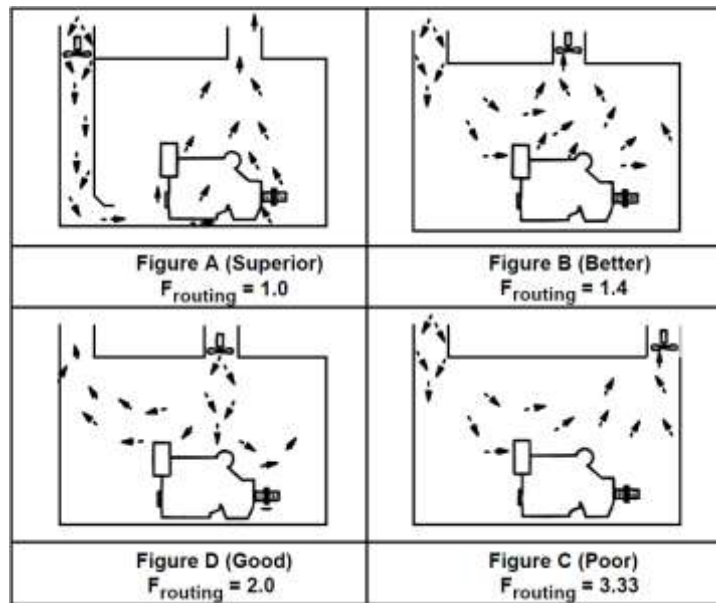
En el final del conducto estará dispuesto un sistema que evite tales circunstancias y a la suficiente altura, sobresaliendo de la superestructura. Una disposición de este conducto puede ser como se ve en la siguiente ilustración.



**Ilustración 8: Admisión y otros.**

La circulación de aire necesario en la cámara de máquinas se hará mediante circulación forzada.

La eficiencia de esta ventilación depende de la disposición de los conductos de entrada y salida así como de si se fuerza la entrada o la salida del aire.



**Ilustración 9: Circulación de aire en CM.**

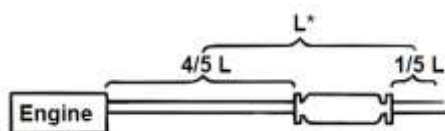
Para conseguir la mayor eficiencia en nuestra embarcación, se introducirá el aire forzándolo con el ventilador, dejando que salga libremente. Esto se conseguirá mediante un sistema de conductos cuya salida de la cámara de máquinas al exterior se realizará por su parte de estribor de la cámara de máquinas hacia la cubierta.

Según el fabricante del motor, será suficiente con renovar el aire de la cámara de máquinas cada dos minutos si la ventilación del espacio es la más eficiente, en caso contrario habrá que multiplicar por el coeficiente F que aparece en la ilustración anterior.

Siendo el volumen de la cámara de máquinas de  $3,32 \text{ m}^3$  el flujo de aire necesario es de  $1,66 \text{ m}^3/\text{min}$ , estimando una buena ventilación, pero no ideal, consideramos un valor de F igual a 2, y con un margen de seguridad del 20%, será suficiente un caudal de  $4 \text{ m}^3/\text{min}$ , siendo la potencia del ventilador necesario de 0,1kW.

El fabricante aconseja un área de sección de conducto de 4 a  $6 \text{ cm}^2$  por kilovatio, cogiendo  $5 \text{ cm}^2$ , tenemos un área la entrada y la salida de  $1380 \text{ cm}^2$ .

El escape del motor se dispondrá con un sistema de conductos, será de tipo seco, elevándose la salida del escape por encima de la superestructura. Dispondrá de un silencioso, la disposición de este en el escape será, en vertical, como sigue:

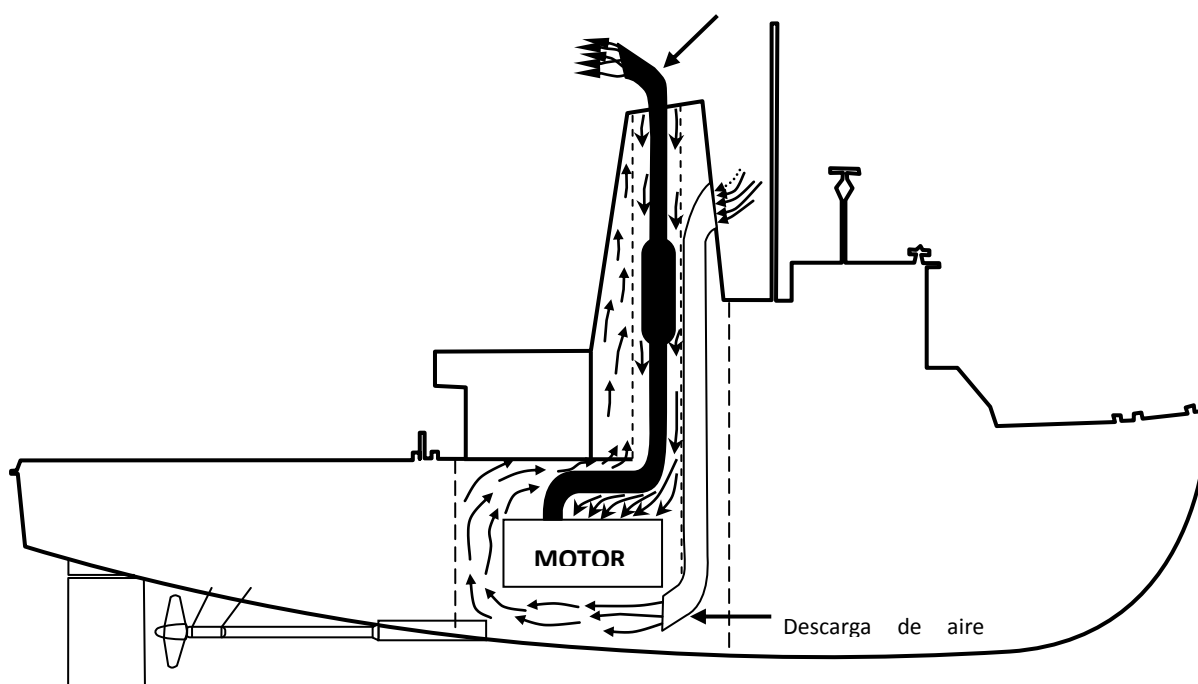


**Ilustración 10: Disposición escape.**

Por lo tanto siendo la longitud de 2,32 m. El silencioso estará situado a una altura de 1,9 m desde la parte alta del motor.

Debido a las altas temperaturas alcanzadas por estos escapes, sus partes expuestas pueden llegar a 650°C, es necesario proteger especialmente el paso de estos conductos por seguridad de la tripulación.

El conjunto de conductos se guiarán por un guardacalor al exterior de la embarcación y hasta la parte alta de la superestructura. Este estará situado en la parte de estribor de la superestructura y en su popa. El esquema básico para la ventilación y escape será como la siguiente ilustración.



**Ilustración 11: Circulación en el guardacalor.**



## 9. Cálculo de la autonomía

La autonomía de la embarcación se verificará teniendo en cuenta que se supone que la distancia al caladero es de 250 millas y se gastará un 30% del combustible en los desplazamientos en caladero. Asimismo es necesario el margen de seguridad del 10%.

De esta manera, el viaje a caladero dura 25h por trayecto, y siendo la potencia al 90% del MCR de 124,2 kW y el consumo de 218,3 g/kW·h, que son 0,2183 kg/kW·h tenemos:

$$V_{c1} = \frac{t \cdot Ce \cdot P_{bkW}}{\rho_{combustible}} = \frac{50 \cdot 0,2183 \cdot 124,2}{840} = 1,61 \text{ m}^3$$

Contando con el 30% de consumo en caladero:

$$V_{c2} = \frac{1,61}{0,7} = 2,3 \text{ m}^3$$

y el 10% de margen, tenemos un total de:

$$V_{cT} = \frac{2,3}{0,9} = 2,56 \text{ m}^3$$

Siendo la capacidad total de los tanques de combustible de  $2,72 \text{ m}^3$  tenemos 162 litros extra, un 6% más, lo que da posibilidad de permanecer más tiempo en el caladero, aumentando los beneficios de la embarcación.

Con estas cifras habría suficiente combustible para recorrer a 10kn, 344 millas en el caladero

La capacidad total permite recorrer 844 millas a 10 kn a la embarcación.

Maniobrando para la pesca, suponemos un régimen del motor del 35% con lo que el consumo es de 262,9 g/kW·h, y la embarcación podría recorrer 1802 millas.

## 10. Bibliografía

---

- [1] "MARINE ENGINE SELECTION GUIDE". Caterpillar Marine Power Systems. August 2010.
- [2] Reglamento Bureau Veritas. <http://www.veristar.com>
- [3] <http://www.acerinox.es>
- [4] <http://marine.cat.com>
- [5] <https://marine.cummins.com>
- [6] <http://gmpowertrain.com>
- [7] "Marine Analyst Service Handbook". CAT. February 2001-4<sup>th</sup> Edition.
- [8] "INFORME DEL COMITÉ DE SEGURIDAD MARÍTIMA CORRESPONDIENTE A SU 87º PERIODO DE SESIONES". Comité de Seguridad Marítima. 30 junio 2010.
- [9] "Marine Engines Application and Installation Guide". Caterpillar Inc. 2000.
- [10] <http://www.vetusmarine.com>
- [11] <http://777parts.net>



# **“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”**

---

**Cuaderno Nº 8**

## **Equipos y servicios**

### ***Alumnos:***

*Daniel Leante Darricau  
Laura Alba García Marugán*

### ***Tutores:***

*José Fernando Núñez Básañez  
David Gutiérrez Díaz*

### ***Cotutores en la universidad de acogida (ESPOL):***

*Cristóbal Mariscal  
Bolivar Vaca*

## ÍNDICE

<b>1. Introducción</b>	<b>5</b>
<b>2. Equipos de fondeo , amarre y remolque</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Numeral de equipo y Número cúbico</b>	<b>6</b>
2.1.1. Numeral de equipo	6
2.1.2. Número cúbico	7
<b>2.2. Ancla</b>	<b>8</b>
<b>2.3. Cadenas y longitud del cable de la ancla</b>	<b>9</b>
<b>2.4. Molinete del ancla</b>	<b>11</b>
<b>2.5. Caja de cadenas</b>	<b>12</b>
<b>2.6. Estopor</b>	<b>12</b>
<b>2.7. Líneas de amarre</b>	<b>13</b>
<b>2.8. Elementos de amarre</b>	<b>13</b>
<b>2.9. Líneas de remolque</b>	<b>13</b>
<b>3. Equipos de salvamento</b>	<b>14</b>
<b>3.1. Embarcación de supervivencia</b>	<b>14</b>
3.1.1. Características de la balsa salvavidas	15
3.1.2. Equipamiento de la balsa salvavidas	15
<b>3.2. Escalas de embarque</b>	<b>17</b>
<b>3.3. Chalecos salvavidas</b>	<b>17</b>
<b>3.4. Aros salvavidas</b>	<b>18</b>
<b>3.5. Señales de socorro</b>	<b>18</b>
<b>3.6. Respondedor radar</b>	<b>18</b>

<b>3.7. Botiquín y guía sanitaria</b>	<b>19</b>
<b>3.8. Tablas de señales de salvamento</b>	<b>19</b>
<b>4. Equipos de navegación , radio y comunicaciones</b>	<b>19</b>
<b>4.1. Material náutico</b>	<b>19</b>
<b>4.2. Equipos de navegación y radiocomunicaciones</b>	<b>20</b>
<b>4.3. Luces y marcas de navegación</b>	<b>20</b>
4.3.1. En navegación	21
4.3.2. Faenando	21
4.3.3. Fondeado	22
4.3.4. Sin gobierno	22
4.3.5. Señales acústicas	22
<b>5. Servicio de sentinas</b>	<b>22</b>
<b>5.1. Ramales</b>	<b>23</b>
<b>5.2. Colector de sentinas</b>	<b>24</b>
<b>5.3. Bomba de sentinas</b>	<b>24</b>
<b>5.4. Achique de la cámara de máquinas</b>	<b>26</b>
<b>5.5. Achique de la bodega de pesca y vivero</b>	<b>26</b>
<b>5.6. Achique del local del servo</b>	<b>26</b>
<b>5.7. Achique del camarote de la tripulación</b>	<b>26</b>
<b>5.8. Achique de la caja de cadenas</b>	<b>27</b>
<b>6. Servicios de baldeo y contraincendios</b>	<b>27</b>
<b>6.1. Sistemas de detección pasiva</b>	<b>27</b>
<b>6.2. Sistemas de detección de incendios y sistemas de alarmas</b>	<b>27</b>
<b>6.3. Bombas contraincendios</b>	<b>28</b>
<b>6.4. Colector de contraincendios</b>	<b>29</b>

6.5.	Bocas, mangueras y lanzas contraincendios	29
6.6.	Extintores	30
7.	Servicios sanitarios	31
7.1.	Servicios sanitarios de agua dulce	31
7.1.1.	Tanques de almacenamiento	32
7.1.2.	Tanques hidróforo y bombas de alimentación	32
7.1.3.	Bombas de agua dulce	33
7.2.	Servicios de aguas grises y negras	34
8.	Equipo de gobierno	34
9.	Equipos de la habilitación	35
9.1.	Aislamiento de mamparos y cubiertas	35
9.2.	Muebles y decoración	35
9.3.	Puertas	35
9.4.	Portillos y ventanas	36
10.	Equipo de cocina y fonda	36
11.	Equipos de pesca y carga	36
12.	Bibliografía	37

## TABLAS

Tabla 1.	Equipos de fondeo y amarre en función del numeral de equipo	7
Tabla 2.	Equipos de fondeo y amarre en función del CuNo	8
Tabla 3.	Características de la balsa Open Sea ISO 9650	15

## ILUSTRACIONES

---

Ilustración 1. Ancla tipo arado	9
Ilustración 2. Cadena	10
Ilustración 3. Unión cadena – cabo	10
Ilustración 4. Conector giratorio ancla	10
Ilustración 5. Disposición del molinete	12
Ilustración 6. Bita para maniobra de amarre	13
Ilustración 7. Balsa salvavidas tipo OPEN SEA ISO 9650	14
Ilustración 8. Contenido Grab bag	17
Ilustración 9. Chaleco salvavidas	17
Ilustración 10. Aro salvavidas con rabiza	18
Ilustración 11. Extintores portátiles	30
Ilustración 12. Hacha de bombero	31



## 1. Introducción

---

El objetivo de este cuadernillo es describir y dimensionar los equipos y servicios que llevará la embarcación a bordo.

Los equipos y servicios propios de la cámara de maquinas, así como los propios de la propulsión, ya han sido tratados en los cuadernos correspondientes, por lo que no se incluirán en este documento.

Los equipos y servicios generales que dispondrá la embarcación se pueden agrupar en los siguientes tipos:

- Equipo de fondeo, amarre y remolque.
- Equipo de salvamento.
- Equipos de navegación, radio y comunicaciones.
- Servicio de sentinas.
- Servicio de baldeo y contra incendios.
- Servicios sanitarios.
- Equipo de gobierno.
- Equipos de la habilitación
- Equipos de cocina y fonda

Para dimensionar los diferentes equipos y servicios, se han tenido en cuenta principalmente las “Directrices de aplicación voluntaria para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros pequeños”, 2005 de la OMI, las reglas de la sociedad de clasificación (Bureau Veritas) y el reglamento MARPOL 73. También se ha consultado el Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes en la mar (1972), parte C y enmiendas de 1981 y 2003, para determinar las luces y marcas de navegación y para el caso concreto de los equipos de fondeo se ha usado de referencia “Safety recommendations for decked fishing vessels of less than 12 metres in length and undecked fishing vessels” . FAO/ILO/IMO.2010.

## 2. Equipos de fondeo , amarre y remolque

---

### 2.1. Numeral de equipo y Número cúbico

---

#### 2.1.1. Numeral de equipo

---

Las características de las anclas, cadenas, cables, cables de remolque y amarras se calcularán en función del numeral de equipo, que calculamos con la siguiente expresión:

$$NE = \Delta^{2/3} + 2 \cdot B \left( a + \sum h_j \right) + 0,1 \cdot A$$

Donde:

- $\Delta \equiv$  es el desplazamiento de trazado (en toneladas) correspondiente a la máxima flotación de proyecto, 12,46 ton.
- $B \equiv$  es la manga máxima del buque, medida en el centro de éste hasta la línea de trazado de la cuaderna si el buque es de forro metálico y hasta la superficie exterior del casco si el buque es de forro hecho con cualquier otro material, 3,800m.
- $a$  distancia (m) desde la máxima flotación de proyecto al canto superior de la cubierta continua más alta, en el centro del buque, en el costado.
- $h_j \equiv$  altura (m), medida en el eje longitudinal, de cada planta de casetas de cubierta cuya manga exceda de  $B/4$ . Para la planta más baja,  $h_j$  se medirá en el eje longitudinal desde la cubierta superior o desde una línea imaginaria de cubierta cuando la cubierta superior no sea continua. Al calcular  $h_j$  no se tendrán en cuenta el arrufo ni el asiento.
- $\left( a + \sum h_j \right)$ , hemos tomado este valor como la altura en metros desde la máxima flotación de proyecto, hasta el punto más lato de la superestructura, 2,770 m.
- $A \equiv$  área ( $m^2$ ) de la proyección lateral de casco comprendida en  $L$ , ( se considerará como igual al 96% de la eslora total en una flotación correspondiente al 85% del puntal mínimo, o a la eslora que haya de la cara proel de la roda al eje de la mecha del timón en esa flotación, si esta magnitud es mayor) y de las superestructuras y casetas

situadas por encima de la máxima flotación de proyecto y cuya anchura exceda de  $B/4$ , en nuestro caso el área proyectada es  $16,71 \text{ m}^2$ .

Sustituyendo estos valores en la expresión del numeral de equipo:

$$NE = 12,46^{\frac{2}{3}} + 2 \cdot 3,80 \cdot (2,77) + 0,1 \cdot 16,71 = 28,1 \text{ m}^2$$

Número de piezas de equipo		Ancias de leva normales sin cepo		Cadenas con contrate para anclas de leva			Cables de remolque		Amarras	
Superior a	Igual o inferior a	Número	Peso por ancla (kg)	Longitud total (m)	Diámetro (mm)		Longitud mínima de cada cable (m)	Resistencia mínima a la rotura (kN)	Longitud mínima de cada amarra (m)	Resistencia Minima a la Rotura (kN)
					Acero suave	Acero de calidad especial				
hasta	30	2	70	137,5	11	-	-	-	40	25
30	40	2	80	165	11	-	-	-	50	30
40	50	2	100	192,5	11	-	-	-	60	30
50	60	2	120	192,5	12,5	-	180	98	60	34
60	70	2	140	192,5	12,5	-	180	98	80	34
70	80	2	160	220	14	12,5	180	98	100	37
80	90	2	180	220	14	12,5	180	98	100	37
90	100	2	210	220	16	14	180	98	110	39
100	110	2	240	220	16	14	180	98	110	39
110	120	2	270	247,5	17,5	16	180	98	110	44
120	130	2	300	247,5	17,5	16	180	98	110	44
130	140	2	340	275	19	17,5	180	98	120	49
140	150	2	390	275	19	17,5	180	98	120	49
150	175	2	480	275	22	19	180	98	120	54
175	205	2	570	302,5	24	20,5	180	112	120	59
205	240	2	660	302,5	26	22	180	129	120	64
240	280	2	780	330	28	24	180	150	120	69
280	320	2	900	357,5	30	26	180	174	140	74

Tabla 1. Equipos de fondeo y amarre en función del numeral de equipo

### 2.1.2. Número cúbico

El número cúbico ( $CuNo$ ) se obtiene con la siguiente expresión:

$$CuNo = LOA \times B \times D$$

Donde:

- $LOA \equiv$  eslora total de la embarcación, 12 m.
- $B \equiv$  es la manga máxima del buque, medida en el centro de éste hasta la hasta la superficie exterior del casco si el buque es de forro hecho con cualquier otro material que no sea metálico, 3,480 m.

- $D \equiv$  es el puntal de trazado en el centro del buque, 1,467 m.

$$CuNo = 12 \times 3,480 \times 1,467 = 59,7 \text{ m}^3$$

Número cúbico (CuNo)	Peso total del ancla (kg)	Longitud del cable del ancla (m)	Diámetro mínimo del cable del ancla (cable de nilón) (mm)	Longitud de la cadena del ancla (m)	Diámetro de la cadena del ancla (mm)
5	8	20	10	5	8
10	12	25	12	5	8
15	15	30	15	6	8
25	21	32	15	6	8
35	25	35	18	8	9,5
45	31	40	18	8	9,5
60	37	45	20	10	9,5
80	43	50	20	10	9,5
100	52	55	25	15	12
155	62	60	25	15	12

Tabla 2. Equipos de fondeo y amarre en función del CuNo

## 2.2. Ancla

El número de anclas así como su peso se determina en función del numeral de equipo, según las prácticas recomendadas para el equipo de fondeo y amarre. Entrando en la tabla 1, con nuestro numeral, encontramos que son necesarias dos anclas de 70 kg cada una.

Según las recomendaciones de la OMI, para pesqueros pequeños, aquellas embarcaciones que tengan una eslora inferior a 17 m podrán estar provistas de una sola ancla, a condición de que el peso de dicha ancla sea como mínimo el doble de las estipuladas con la tabla 1.

En el caso de que se utilicen anclas de gran poder de agarre, el peso de cada una de las anclas podrá ser igual al 75 % del peso estipulado en la tabla.

En nuestro caso, se usaría una única ancla de gran poder de agarre con un peso de 105 kg.

Este valor es muy superior al de las anclas de las embarcaciones de referencia que se han consultado. Por ello, hemos decidido dimensionar tanto el ancla, como su cadena y cable a través del CuNO tal y como se indica en "Safety recommendations for decked fishing vessels of less than 12 metres in length and undecked fishing vessels" . FAO/ILO/IMO.2010.

Luego entrando en la tabla 2 para un valor del  $CuNo = 59,7 m^3$ , es necesaria una ancla de 37 kg.

Como no conocemos las características del fondo marino donde va a fondear la embarcación hemos seleccionado una ancla tipo de arado, ya que este tipo de anclas tienen buenas prestaciones para fondos de arenas gruesas y suelos rocosos y es además versátil para el retos de tipos de suelos.

Sin embargo tiene como desventaja su difícil estiba debido a su forma y tamaño.



**Ilustración 1. Ancla tipo arado**

### **2.3. Cadenas y longitud del cable de la ancla**

Del mismo modo que el ancla, la longitud y tipo de cadena para el ancla viene especificada en la tabla 2, en función del numeral del  $CuNo$ .

Según la tabla 2, es preciso instalar una longitud total de cadena de 10 m y una longitud del cable de 45 m. En nuestro caso hemos decidido seleccionar una longitud de cadena igual a un largo, es decir 27,5 m y una longitud del cable de 45 m.

La tabla 2, marca un diámetro nominal de la cadena de 9,5 mm y el diámetro mínimo del cable del ancla de 20 mm. Para la embarcación hemos seleccionado una cadena con un diámetro nominal de 10 mm y un cabo de 20 mm de diámetro.

Proyecto 082



**Ilustración 2. Cadena**

Dado que nuestro fondeo es mixto (cadena y cable), la conexión entre la cadena y el cable se hará con una unión como la que se muestra en la ilustración 2, que permite el paso de una cadena de 10mm de diámetro a un cabo de 20 mm de diámetro.



**Ilustración 3. Unión cadena – cabo**

Por otro lado la unión del ancla con la cadena se hará con una unión giratoria, que evite las torsiones de la cadena durante el fondeo, como la que se muestra en la ilustración 4. Esta configuración facilita el paso del ancla por la puntera de proa evitando los enganchones que se darían con un grillete giratorio tradicional.



**Ilustración 4. Conector giratorio ancla**

## 2.4. Molinete del ancla

Según las recomendaciones de la IMO, los buques pesqueros provistos de anclas de peso igual o superior a 150 kg contarán con un molinete. En nuestro caso el peso del ancla es inferior a esta recomendación (37 kg), pese a ello, se dispondrá en la embarcación de un molinete de accionamiento eléctrico, con la potencia suficiente para elevar la cadena y el ancla, a la vez que sea capaz de vencer el poder de agarre del ancla.

Para calcular la potencia del molinete, utilizamos la siguiente expresión, propuesta en los apuntes de “Equipos y servicios” Vol.2 de Eduardo Comas Turnes:

$$P_{molinete} = 0,0063 (P_c + P_a) \quad (C.V.)$$

Donde:

- $P_c \equiv$  peso de la cadena en kg.

$$P_{cadena} = 0,0218 \cdot d_c^2 \cdot L = 0,0218 \cdot 10^2 \cdot 27,5 = 59,9 \text{ kg}$$

- $P_a \equiv$  peso del ancla, 37 kg.

$$P_{molinete} = 0,0063 (59,9 + 37) = 0,61 \text{ C.V.} \Rightarrow P_{molinete} = 455 \text{ W}$$

Por lo tanto se dispondrá de un molinete de 0,500 kW, que de servicio a la línea de fondeo. Además se equipara al molinete con un cabirón que permita realizar las operaciones de amarre.

Se ha seleccionado una configuración vertical para el molinete, de este modo tanto el winche como la roldana están montados sobre la cubierta, mientras que el motor se encuentra en el interior de la caja de cadenas, tal y como se muestra en la ilustración 2. Con esta configuración se consigue mantener más despejada la cubierta.



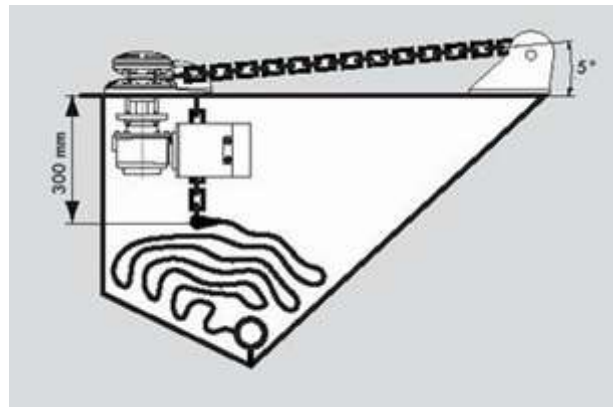


Ilustración 5. Disposición del molinete

## 2.5. Caja de cadenas

La cadena se estibar en la caja de cadenas. La caja de cadenas está situada en el espacio delantero del pique de proa, de este modo no es necesario hacer estanca la caja.

Para calcular el volumen de las cadenas podemos utilizar la siguiente expresión:

$$V_{cadena} = 0,082 \cdot d^2 \cdot L_{cadena} \cdot 10^{-4} = 0,082 \cdot 10^2 \cdot 27,5 \cdot 10^{-4} = 0,023 \text{ m}^3$$

A parte de la cadena, en este espacio se situará el motor del molinete y 45 m de cable de cadena.

A través de un registro situado en la cubierta, se tendrá acceso a la caja de cadenas. Este registro será estanco al agua.

Las zonas de la caja de cadena, donde descansen la cadena, estarán recubierta de un enjaretado de madera para evitar que el roce de la cadena pueda dañar la estructura de la embarcación.

## 2.6. Estopor

Se instalará un estopor, que pueda mantener firme a la embarcación mientras se encuentre fondeado.

El estopor y sus soportes serán capaces de absorber una tensión estática equivalente, como mínimo, al 80% de la resistencia a la rotura de la cadena, sin sufrir ninguna deformación permanente y sin que se suelte el estopor.

## 2.7. Líneas de amarre

---

La embarcación dispondrá de al menos tres amarras de una longitud y resistencia a la rotura que se ajusten a lo estipulado en la tabla 1.

Entrando en la tabla 1, con el numeral de equipo correspondiente, se obtiene que para las líneas de amarre, se dispondrán 3 estachas de 40 m de longitud y que tengan una resistencia mínima a la rotura de 25 kN.

Estas estachas serán de material sintético.

## 2.8. Elementos de amarre

---

Se dispondrán elementos de amarre tanto en la zona de proa como en popa.

Se instalarán al menos una bita a proa y dos a popa en la parte central del buque. Las bitas serán de un tamaño que permita dar como mínimo cuatro vueltas a las amarras de la embarcación o al cable de remolque.

Las zonas en la que se sitúen las bitas y guías deberán estar adecuadamente reforzadas



Ilustración 6. Bita para maniobra de amarre

## 2.9. Líneas de remolque

---

Según las recomendaciones de la OMI, los buques de eslora igual o superior a 17 m dispondrán al menos de un cable de remolque cuya longitud y resistencia a la rotura será la estipulada en la tabla 1.

Como la eslora de nuestra embarcación es menor de 17 m, no llevará línea de remolque.

### 3. Equipos de salvamento

---

En este apartado se van a identificar todos los equipos necesarios para realizar las operaciones de salvamento.

Para ello, se han tenido en cuenta las recomendaciones de la OMI, para embarcaciones pesqueras pequeñas (menos de 24 m de eslora).

#### 3.1. Embarcación de supervivencia

---

Según las recomendaciones de la OMI, los buques de eslora inferior a 17 m llevarán embarcaciones de supervivencia cuya capacidad conjunta baste para dar cabida al número total de personas a bordo.

En nuestro caso el número total de tripulantes es 4. Se dispondrá de una balsa salvavidas tipo OPEN SEA ISO 9650, con una capacidad para 4 personas, recogida en un saco. Este tipo de balsas está diseñada y fabricada con arreglo a las exigencias de la norma ISO 9650 (norma internacional relativa al diseño de las balsas salvavidas).



**Ilustración 7. Balsa salvavidas tipo OPEN SEA ISO 9650**

### 3.1.1. Características de la balsa salvavidas

Las balsas Open Sea ISO 9650 son Tipo 1, lo que significa que se han diseñado para navegación de altura y están adaptadas a los riesgos que implican los viajes de larga duración (vientos fuertes, grandes olas). Pertenecen al Grupo A: se hinchan correctamente a una temperatura ambiente comprendida entre  $-15^{\circ}\text{C}$  y  $65^{\circ}\text{C}$ .

Modelo inferior a 24 h	Personas autorizadas	Compartimentos	Dimensiones	Contenedor		Saco		> 24 h
				Dimensiones	Peso	Dimensiones	Peso	Peso bolsa independiente
Open Sea ISO 9650 4P	4	3	164 x 164 cm	69 x 49 x 23 cm	34 kg	67 x 45 x 22 cm	31 kg	9,1 kg
Open Sea ISO 9650 6P	6	3	229 x 168 cm	76 x 49 x 29 cm	41 kg	72 x 45 x 26 cm	37 kg	12,9 kg
Open Sea ISO 9650 8P	8	3	248 x 201 cm	76 x 49 x 29 cm	46 kg	72 x 45 x 26 cm	43,2 kg	15,5 kg
Open Sea ISO 9650 10P	10	3	304 x 263 cm	80 x 53 x 31,5 cm	50 kg	78 x 50 x 27 cm	46,6 kg	18,7 kg

Tabla 3. Características de la balsa Open Sea ISO 9650

### 3.1.2. Equipamiento de la balsa salvavidas

- Equipamiento móvil:
  - 1 Boya flotante + cabo de 30 m
  - 1 Cuchillo flotante
  - 1 Ancla de capa + cabo
  - 1 Achicador
  - 2 Esponjas
  - 2 Pagayas
  - 1 Kit de reparaciones
  - 1 Hinchador
  - 1 Instrucciones de utilización

- Material de señalización :
  - 3 Bengalas de mano
  - 2 Cohetes paracaídas
  - 1 Silbato
  - 1 Espejo de señalización
  - 2 Linternas estancas
  - 2 Juego de pilas + bombilla de recambio
- Material farmacéutico :
  - Comprimidos contra el mareo (4 / pers)
  - Bolsa para el vómito (1 / pers)
- Alimentación de supervivencia :
  - Agua en bolsas (0,5 litro / pers)

Como suplemento de la norma ISO 9650: una linterna + 0,5 l de agua por persona.

- En una bolsa independiente "GRAB BAG":
  - 1 Botiquín de primeros auxilios
  - 3 Bengala de mano
  - 2 Mantas isotérmicas
  - 2 Crema solar de protección total
  - Agua en bolsas (1 litro / pers)
  - Raciones alimenticias (10 000 kJ / pers)



Proyecto 082

Los chalecos salvavidas irán situados en zonas de fácil acceso y el emplazamiento estará claramente indicado.

### 3.4. Aros salvavidas

---

Según las recomendaciones de la OMI, los buques de eslora inferior a 17 m se proveerán como mínimo dos aros salvavidas, y uno de ellos irá provisto de una rabiza flotante de una longitud no inferior a 30 m, por lo menos uno de los aros salvavidas irá provisto de luces de encendido automático y dispondrá de señales fumígenas de funcionamiento automático.



**Ilustración 10. Aro salvavidas con rabiza**

Los aros salvavidas estarán emplazados de modo que las personas a bordo puedan alcanzarlos fácilmente, se les podrá lanzar siempre con rapidez y no irán permanentemente sujetos.

### 3.5. Señales de socorro

---

Se dotará a la embarcación de 4 cohetes lanza bengalas con paracaídas, mínimo recomendado para pequeñas embarcaciones pesqueras.

### 3.6. Respondedor radar

---

La embarcación llevará un respondedor radar, situado en el puente de gobierno.



### 3.7. Botiquín y guía sanitaria

---

La embarcación estará dotada de un equipo de primeros auxilios con las correspondientes instrucciones.

Se llevará a bordo una guía o instrucciones médicas que tengan ilustraciones, en ellas se explicará cómo debe emplearse el material médico y estarán redactadas de modo que cualquier persona sin estudios médicos pueda ocuparse de los enfermos y heridos a bordo.

### 3.8. Tablas de señales de salvamento

---

La embarcación llevará un ejemplar de la Tabla B de Señales de Salvamento, en el puente de mando protegido convenientemente y otro ejemplar en la balsa salvavidas, estibada con el resto del equipo.

## 4. Equipos de navegación , radio y comunicaciones

---

### 4.1. Material náutico

---

El equipo náutico que llevará la embarcación de acuerdo a las recomendaciones para pesqueros pequeños es el siguiente:

- Medios para tomar marcaciones.
- Un reloj de bitácora.
- Un transportador de ángulos.
- Un compás de puntas.
- Una regla de 40 cm.
- Un megáfono
- Unos prismáticos diurnos (6x 30).
- Unos prismáticos nocturnos (7 x 50).
- Cartas náuticas, libros de faros y derroteros de los mares por donde navegue.
- Una bocina de niebla a presión manual.
- Un barómetro.

- Un termómetro instalado en garita o abrigo termométrico
- Una campana de niebla.

## 4.2. Equipos de navegación y radiocomunicaciones

---

Para la navegación y las radiocomunicaciones se disponen de los siguientes equipos:

- Un compás de gobierno instalado de forma que los desvíos que produzcan los aparatos electromagnéticos del puente, sean inferiores a un grado. Se colocará en el puente e irá dotado de un sistema óptico que permita leer el timonel situado frente al aparato de gobierno.
- Un respondedor de radar que pueda funcionar en la banda de 9 GHz, el cual irá estibado de modo que se pueda utilizar fácilmente.
- Un equipo de navegación GPS/plotter /sonda
- Una radiobaliza de localización de siniestros por satélite que tenga capacidad para transmitir un alerta de socorro, en la banda de 406 MHz.
- Radioteléfono VHF+ (LSD) en las frecuencias 156.300 y 156.650 MHz.
- Equipo radioeléctrico de ondas hectométricas que preste una escucha continua en 2.182 kHz, así como una estación de ondas métricas de funcionamiento continuo.
- Un receptor Navtex, con dos receptores de banda estrecha uno sincronizado a la frecuencia internacional Navtex (518 kHz) y el otro a la frecuencia asignada a las administraciones locales (490 kHz).

## 4.3. Luces y marcas de navegación

---

Las luces y marcas de navegación, deben cumplir con lo recogido en el Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes en la mar (1972), parte C y enmiendas de 1981 y 2003.

Estas luces de navegación deberán alimentarse a través de un circuito eléctrico independiente.

***“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”***

*Proyecto 082/ Cuaderno 0*

#### 4.3.1. En navegación

---

El objetivo de estas luces es que otros buques puedan visualizar, conocer el rumbo y las dimensiones de otros buques con suficiente antelación.

A proa, llevara una luz blanca de tope, colocada sobre el eje longitudinal de la embarcación que muestre su luz sin interrupción en todo un arco de horizonte de 225 grados. Estará fijada de forma que sea visible desde la proa hasta 22,5 grados a popa del través de cada costado de la embarcación. Su alcance será superior a 5 millas y verticalmente se situará a 6,00 m sobre el casco.

En el costado, llevará una luz verde en la banda de estribor y una luz roja en la banda de babor, de manera que muestren cada una su luz sin interrupción en todo un arco de horizonte de 112,5 grados, fijadas de forma que sean visibles desde la proa hasta 22,5 grados a popa del través de su costado respectivo. Su alcance visible superará las 2,00 millas y se situarán por debajo y a popa de la luz de tope, pero sin confundirse con las luces de cubierta.

Llevará también una luz de alcance, de luz blanca colocada lo más a popa posible, que muestre su luz sin interrupción en todo un arco de horizonte de 135 grados, fijada de forma que sea visible en un arco de 67,5 grados contados a partir de la popa hacia cada una de las bandas de la embarcación. Su alcance de visibilidad será superior a 2,00 millas.

#### 4.3.2. Faenando

---

Llevará dos luces de horizonte visibles sin interrupción en todo un arco de horizonte de 360 grados, con un alcance de 2,00 millas, dispuestas en línea vertical siendo de color verde la superior y blanca la inferior. La luz todo horizonte inferior estará situada por encima de las de costado una altura no inferior al doble de la distancia que existe entre las dos luces verticales.

Adicionalmente llevará las luces de costado y la luz de alcance descritas en el apartado anterior.

En pesca diurna, en lugar de las dos luces todo horizonte, se colocarán dos conos unidos por sus vértices en línea vertical, uno sobre otro. Serán de color negro, con un diámetro de base superior a 0,60 m y altura igual al diámetro.

#### 4.3.3. Fondeado

---

Llevará una luz blanca todo horizonte en el lugar más visible con un alcance de 2,00 millas.

De día exhibirá una esfera de color negro de un diámetro mínimo de 0,60 m.

#### 4.3.4. Sin gobierno

---

Llevará dos luces rojas todo horizonte en línea vertical en el lugar más visible, con un alcance superior a 2,00 millas.

Si la situación de gobierno se produjera durante el día, en vez de las luces rojas, se exhibirían dos esferas en vertical de color negro y de diámetro mínimo de 0,60 m.

Si se llevará arrancada, además se exhibirían las luces de costado y una luz de alcance (explicadas en el apartado 4.3.1.).

#### 4.3.5. Señales acústicas

---

Se dispondrá de un pito con un alcance audible de 1,00 millas situado en la posición más alta de la embarcación.

También se dispondrá de una campana, fabricada con material resistente a la corrosión, con una boca de diámetro superior a 300mm, que produzca un nivel de presión sonora no inferior a 110 dB a la distancia de 1,00 m.

### 5. Servicio de sentinas

---

Este servicio es el responsable de achicar los distintos espacios de la embarcación. Según las Directrices de la OMI, para aplicación a pesqueros pequeños, se proveerán los medios necesarios para achicar cualquier compartimiento estanco en todas las condiciones de servicio.

Luego todos los espacios cerrados del barco que no dispongan de medios de vacío propio, deberán disponer de una conexión al sistema de achique capaz, de evacuar el agua de dichos espacios en caso de inundación. El achique de estos espacios se hará con una serie de bombas conectadas al colector de sentinas. En los espacios suficientemente pequeños la operación de

achique se podrá realizar con bombas manuales. Este sistema estará formado por los siguientes equipos:

- Pocetes de sentinas: son espacios en forma de caja donde se acumula el agua que será succionada por las bombas de achique. Los pocetes se equiparán con válvulas de no retorno para evitar que el retroceso del agua.
- Ramales de succión
- Colector de sentinas
- Válvula de no retorno
- Filtro

El circuito de sentinas será totalmente independiente de los circuitos de combustible, aceite lubricante y agua dulce.

En cada uno de los espacios a achicar se colocará una aspiración en la parte de popa.

### 5.1. Ramales

Para calcular el diámetro de los ramales de aspiración de cada compartimento utilizamos la siguiente expresión:

$$d_1 = 25 + 2,16\sqrt{L_1(B + D)}$$

Donde:

- $L_1 \equiv$  eslora del compartimento a achicar.
- $B \equiv$  manga de la embarcación, 3,48 m.
- $D \equiv$  es el puntal de trazado del buque, 1,467m.

Con el fin de reducir lo máximo posible los costes, se utilizará el mismo diámetro de ramal para todos los compartimentos. De este modo, se ha seleccionado el compartimento con mayor eslora, que corresponde con el espacio de bodega de carga, 3,12 m.

$$d_1 = 25 + 2,16\sqrt{3,12 \cdot (3,48 + 1,467)} = 33,5 \text{ mm}$$

Se ha seleccionado un diámetro de los ramales de 35 mm.

## 5.2. Colector de sentinas

---

Debido al tamaño de la embarcación y de los espacios a achicar se va a optar por la configuración de un único colector para todos los espacios.

Para determinar el diámetro del colector de sentinas hemos utilizado la siguiente expresión;

$$d = 25 + 1,68\sqrt{L(B + D)}$$

Donde:

- $L \equiv$  eslora entre perpendiculares, 10,423 m.
- $B \equiv$  manga de la embarcación, 3,48 m.
- $D \equiv$  es el puntal de trazado del buque, 1,467m.

Sustituyendo en la expresión anterior:

$$d = 25 + 1,68\sqrt{10,423 \cdot (3,48 + 1,467)} = 37,1 \text{ mm}$$

Luego, el diámetro mínimo interno del colector es 37,1mm. Se ha seleccionado un diámetro interno del colector de 40mm.

## 5.3. Bomba de sentinas

---

Según las Directrices de la OMI, para pesqueros pequeños, se instalarán por lo menos dos bombas de sentina y una de ellas será de accionamiento manual. La bomba de accionamiento manual estará instalada fuera del espacio de máquinas.

En la embarcación se instalarán una bomba centrífugas autocebadas, que abastecerá el servicio de sentinas y será accionada por el motor principal. Una bomba eléctrica automática, centrífuga y autocebada, para el achique de sentinas de cámara de máquinas que se alimentará con corriente de 24V de las baterías de servicios y una tercera bomba de accionamiento manual.

Las bombas de sentina motorizadas serán capaces de impulsar el agua una velocidad de 2 m/s en el colector de achique, cuyo diámetro interno será como mínimo, el calculado anteriormente.

La capacidad de cada bomba no debe ser menor que:

$$Q_{sentinas} = 0,00345 \cdot d_{sentinas}^2$$

$$Q_{sentinas} = 0,00345 \cdot 40^2 = 5,52 m^3/h$$

Luego, esta capacidad es la mínima necesaria que deberán poseer las bombas de sentinas dispuestas a bordo.

Por otro lado, las bombas de sentinas podrán aprobarse como bombas contraincendios a condición de que sean de accionamiento mecánico y no se usen habitualmente para el bombeo de aceite y que si se usan ocasionalmente para este fin, estén provistas de dispositivos de conmutación idóneos.

Según las directrices de la OMI, la embarcación deberá estar dotada de una bomba contraincendios accionada mecánicamente, como mínimo y el caudal de la bomba contraincendios nunca será menor de  $16 m^3/h$ .

Teniendo en cuenta todo lo anterior, hemos seleccionado una bomba capaz de mover un caudal de  $10 m^3/h$  a una presión de 2,5 bares y otra bomba de  $16 m^3/h$  con una presión de trabajo de 2,5 bares que se utilizará como contraincendios.

Suponiendo un rendimiento de la bomba de 0,6, podemos estimar la potencia consumida por la bomba de  $10 m^3/h$  como:

$$P_{B.sentinas} = \frac{10.000 \cdot Q_{sentinas} \cdot p}{75 \cdot 3600 \cdot \eta}$$

$$P_{B.sentinas} = \frac{10.000 \cdot 10 \cdot 2,5}{75 \cdot 3600 \cdot 0,6} = 1,54 CV \Rightarrow P_{B.sentinas} = 1,13 kW$$



Del mismo modo para la bomba de  $16 \text{ m}^3/\text{h}$ , la potencia consumida será:

$$P_{B.\text{sentinas}} = \frac{10.000 \cdot Q_{\text{contraincendios}} \cdot p}{75 \cdot 3600 \cdot \eta}$$

$$P_{B.\text{sentinas}} = \frac{10.000 \cdot 16 \cdot 2,5}{75 \cdot 3600 \cdot 0,6} = 2,47 \text{ CV} \Rightarrow P_{B.\text{Sentinas}} = 1,81 \text{ kW}$$

#### 5.4. Achique de la cámara de máquinas

---

Se dispondrán dos succiones, con sus filtros correspondientes, en popa, en la zona de crujía, al ser la parte más baja de la cámara de máquinas, que aspirarán del pocete de cámara de máquinas.

Debido a que el agua de sentinas de cámara de máquinas está contaminada por hidrocarburos o aceites, el circuito de achique de sentinas en este espacio será independiente a los demás, instalándose su propio colector y bomba eléctrica (comentada en el apartado 5.3). Descargando el agua achicada de este espacio en un tanque de aguas aceitosas, el cual, únicamente se podrá descargar en puerto, pudiéndose descargar al exterior en caso de emergencia accionando las válvulas dispuestas para este cometido.

#### 5.5. Achique de la bodega de pesca y vivero

---

Tanto en la bodega de pesca como en el vivero se situará, un pocete con filtro situado en la zona de popa en crujía y un ramal del colector de sentinas que une los pocetes con el colector principal.

#### 5.6. Achique del local del servo

---

Dentro del local del servo se dispondrán un pocete de sentinas dispuesto en la zona de popa en crujía. Este pocete se une al colector principal de achique mediante un ramal.

#### 5.7. Achique del camarote de la tripulación

---

En el camarote de la tripulación se instalará una succión con filtro, situada en crujía y en la zona de popa. Dicha succión descargará primero al colector del camarote y posteriormente al colector principal.

## 5.8. Achique de la caja de cadenas

---

En caso de que fuera necesario achicar el agua y los lodos que pudieran existir en la caja de cadenas, esta operación se podrá realizar con un bombillo manual autoaspirante.

## 6. Servicios de baldeo y contraincendios

---

Para dimensionar y disponer los equipos del servicio de contraincendios, se han considerado los requerimientos expuestos por la OMI en las *“Directrices de aplicación voluntaria para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros pequeño”*.

Según lo dispuesto en el Reglamento, los espacios de maquinaria de categoría A son aquellos espacios en los que se encuentran los siguientes equipos:

- Máquinas de Combustión interna utilizadas para la propulsión del buque.
- Máquinas de Combustión interna utilizadas para otro servicio distinto de la propulsión del buque, cuya potencia sea superior a 375 kW.
- Calderas.

De esta forma, la cámara de máquinas de nuestra embarcación será de categoría A, ya que en ella se encuentran el motor de combustión interna utilizado para la propulsión.

### 6.1. Sistemas de detección pasiva

---

Todas las superficies expuestas construidas con plástico reforzado con fibra de vidrio dentro de los espacios de alojamiento, de servicio y los espacios de máquinas de categoría A, llevarán una capa final de acabado de una resina aprobada que tenga propiedades inherentes pirorretardantes. En caso de que no se dispusiera de esta resina, estas superficies se cubrirán con una pintura pirorretardante aprobada.

### 6.2. Sistemas de detección de incendios y sistemas de alarmas

---

Se situarán un detector de humos en cámara de máquinas y un detector de altas temperaturas en la cocina y en el puente de gobierno. En el caso de que se activará algunos de estos detectores, saltará una alarma tanto visual como acústica en el puente de navegación y si

pasados 2 minutos no se ha atendido esa alarma entrará en funcionamiento una alarma acústica tanto en el camarote de la tripulación como en las zonas de servicio.

El panel de control del sistema contraincendios, así como el cuadro de distribución de las alarmas y del sistema de detección estará situado en el puente.

### 6.3. Bombas contraincendios

Según las directrices de la OMI, los buques pesqueros estarán provistos de una bomba contraincendios accionada mecánicamente, como mínimo. Según la zona en que el buque preste sus servicios, la autoridad competente podrá exigir, que el buque esté provisto de una bomba contraincendios de emergencia.

Las bombas sanitarias, las de sentinas y las de servicios generales podrán aprobarse como bombas contraincendios a condición de que sean de accionamiento mecánico y no se usen habitualmente para el bombeo de aceite y que si se usan ocasionalmente para este fin, estén provistas de dispositivos de conmutación idóneos.

En nuestro caso se tomarán como bomba contraincendio, la bomba de achique de sentinas accionada por el motor principal.

La capacidad  $Q$  de una bomba contraincendios se ajustará, como mínimo, a la siguiente fórmula y en ningún caso será inferior a  $16 \text{ m}^3/\text{h}$ :

$$Q = \left( 0,15 \cdot \sqrt{L \cdot (B + D)} + 2,25 \right)^2$$

Donde:

- $L \equiv$  eslora entre perpendiculares, 10,423 m.
- $B \equiv$  manga de la embarcación, 3,48 m.
- $D \equiv$  es el puntal de trazado del buque, 1,467m.

Sustituyendo en la expresión anterior:

$$Q = \left( 0,15 \cdot \sqrt{10,423 \cdot (3,48 + 1,467)} + 2,25 \right)^2 = 11,06 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como en ningún caso será menor de  $16 \text{ m}^3/h$ , se instalará una bomba centrífuga, autocebada y accionada mediante el motor principal con una capacidad de  $16 \text{ m}^3/h$  y una presión de descarga de 2,5 bares.

Suponiendo un rendimiento de la bomba de 0,6, podemos estimar la potencia consumida por la bomba como:

$$P_{B.contraincendios} = \frac{10.000 \cdot Q_{contraincendios} \cdot p}{75 \cdot 3600 \cdot \eta}$$
$$P_{B.contraincendios} = \frac{10.000 \cdot 16 \cdot 2,5}{75 \cdot 3600 \cdot 0,6} = 2,47 \text{ CV} \Rightarrow P_{B.Contraincendios} = 1,81 \text{ kW}$$

#### 6.4. Colector de contraincendios

---

El diámetro de los colectores del servicio contraincendios será tal que permita el uso de la bomba contraincendios a su capacidad y con la presión de descarga de funcionamiento.

El colector contraincendios estará fabricado de acero u otro material equivalente de manera que pueda funcionar con eficacia bajo los efectos del calor.

#### 6.5. Bocas, mangueras y lanzas contraincendios

---

Se dispondrán dos bocas contraincendios, una de ellas se situara cerca de la entrada a la cámara de máquinas y la otra en el centro del buque sobre cubierta. Cada una de las bocas estará dotada de su correspondiente válvula de seccionamiento.

Para cada boca contraincendios prescrita habrá una manguera. Además la embarcación dispondrá de una manguera adicional. La longitud de cada manguera no excederá de 20 m y estarán fabricadas de material aprobado.

Cada manguera dispondrá de lanza y acoplamientos necesarios. Las lanzas tendrán un diámetro mínimo de 12 mm, serán de doble efectos aspersión y chorro y poseerán dispositivos de cierre.

## 6.6. Extintores

En los puestos de control y en los espacios de alojamiento y de servicio se proveerán extintores portátiles de tipo aprobado y en número suficiente para garantizar la pronta disponibilidad de un extintor. Luego los extintores portátiles que dispondrá la embarcación son:

- Dos extintores portátiles de espuma de tipo aprobado en la cámara de máquinas, situado uno a cada banda.
- Un extintor portátil de espuma de tipo aprobado en el camarote de la tripulación.
- Un extintor portátil de espuma de tipo aprobado en el puente de gobierno.



**Ilustración 11. Extintores portátiles**

A parte de de los equipos contraincendios anteriormente comentados, la embarcación dispondrá de dos baldes y un hacha de bombero, con mago de madera o de material aislante. La pieza de acero superior llevara un borde cortante y el opuesto será de forma puntiaguda.



**Ilustración 12. Hacha de bombero**

## 7. Servicios sanitarios

---

El servicio sanitario a bordo de la embarcación comprende los siguientes elementos:

- Un servicio sanitario de agua dulce fría que suministrará agua al lavabo y la cocina.
- Un servicio de descargas sanitarias de aguas grises y negras.

### 7.1. Servicios sanitarios de agua dulce

---

Hemos desestimado el uso de agua caliente en la embarcación ya que las condiciones climatológicas de las zonas donde va a faenar la embarcación son buenas y en general en las zonas de costa de Ecuador por la razón antes mencionada apenas se hace uso de agua caliente en los lavabos, duchas y cocinas. Por esta razón, este servicio está compuesto por un único ramal de agua fría

Con este servicio se suministrará agua dulce fría a los siguientes sistemas:

- Lavabo y ducha situados en la superestructura de la embarcación.
- Fregadero de la cocina.
- Sistema de limpieza de los cristales del frente del puente.

Este servicio aspira el agua del tanque de agua dulce, situado a proa del camarote de la tripulación. De este tanque se extrae el agua y se envía al grupo hidróforo de agua dulce que se instalará a bordo.

Por lo tanto se deberán dimensionar tanto en tanque hidróforo como las bombas de agua dulce necesarias.

### 7.1.1. Tanques de almacenamiento

---

La embarcación está dotada de un tanque de agua dulce situado a proa del camarote de la habitación entre las cuadernas 19 y 22, tal y como se indica en el cuadernillo de disposición general. La capacidad del tanque es de  $0,551 m^3$ .

El relleno del tanque se realizará a través de una toma de agua dulce situada en la cubierta superior.

### 7.1.2. Tanques hidróforo y bombas de alimentación

---

La función del tanque hidróforo es mantener un determinado volumen de agua bajo presión. Este sistema está formado por, una válvula de cierre y retención de entrada de agua al tanque, una llave de vaciado en la parte baja del depósito, nivel óptico, manómetro y toma de aire comprimido.

Se ha estimado un valor de  $0,080 l/s$ , para los consumos sanitarios. Del mismo modo se ha supuesto que el 50% de la tripulación utilizará dichos consumos al mismo tiempo, luego el consumo total estimado es  $576 l/h$ .

Hemos limitado a 10 el número de arranques de la bomba a presión por hora y supuesto que el tanque debe llenarse en 3 minutos, de este modo la capacidad del tanque es de 19,2 litros.

Al llenarse aumenta la presión del tanque al reducirse la cámara de aire a un mínimo de  $V_0$ , si  $V$  es el volumen total del tanque hidróforo y  $P_2$  la presión de parada de la bomba:

$$P_2 \cdot V_0 = P_1 \cdot V$$

$$P_2 \cdot V_0 = P_1 \cdot (V_{agua} + V_0)$$

$$V_0 = P_1 \cdot \frac{V_{agua}}{P_2 - P_1}$$



Donde:

- $P_1 \equiv$  es la presión mínima necesaria para alcanzar cualquier consumidor. Se ha estimado este valor en 4 m.c.a.
- $P_2 \equiv$  se ha impuesto que sea 20 m.c.a. superior a  $P_1$ , luego  $P_2$  vale 24 m.c.a.

Sustituyendo los valores en la expresión anterior, tenemos que el volumen del tanque es:

$$V_0 = 3,84 \text{ litros}$$

Por lo tanto el volumen total del tanque hidróforo es 23,04 litros.

### 7.1.3. Bombas de agua dulce

---

En este apartado se van a calcular las bombas de alimentación al tanque hidróforo, que deberán ser capaces de suministrar el caudal suficiente, para satisfacer la demanda de agua dulce de la embarcación.

Se ha considerado que el tanque hidróforo debe llenarse en 3 minutos, luego el caudal de la bomba debe ser el siguiente:

$$Q = \frac{19,2 \cdot 60}{3} = 385,2 \text{ l/h} = 0,385 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se dispondrán dos bombas de  $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$  una de servicio y otra de reserva.

La presión de funcionamiento de las bombas es la del tanque hidróforo. Para el agua sanitaria esta presión está comprendida entre 4 y 6 bar dependiendo de la altura del punto de consumo más alto. Dado que para la embarcación la diferencia de alturas es muy pequeña hemos fijado la presión del grupo hidróforo en 4 bares.

Por tanto la potencia de la bomba, suponiendo un rendimiento de 0,6 es:

$$P_{B,\text{hidróforo}} = \frac{Q \cdot \Delta p}{\eta}$$
$$P_{B,\text{hidróforo}} = \frac{0,5 \cdot 4 \cdot 10^5}{3.600 \cdot 0,6} = 92,6 \text{ W} \approx 0,1 \text{ kW}$$

## 7.2. Servicios de aguas grises y negras

---

Una vez utilizados los lavabos, duchas e inodoros, esta agua sucia se clasifica en:

- Aguas grises: provienen de las duchas y lavabos.
- Aguas negras: las aguas residuales provienen de los inodoros.

Según el Anexo IV del Marpol 73, las aguas sucias (aguas negras más aguas grises) se podrán descargar al mar siempre y cuando se cumplan los siguientes puntos:

1. Hasta una distancia de 3 millas, se permite descargar aguas sucias que hayan sido tratadas.
2. A una distancia desde 3 millas hasta 12 millas, si las aguas sucias han sido desmenuzadas y desinfectadas mediante sistemas homologados. Para descargar el tanque, la velocidad de la embarcación debe ser superior a 4 nudos.
3. A una distancia superior a 12 millas si las aguas sucias no han sido desmenuzadas ni desinfectadas previamente. Si las aguas sucias se almacenan en un tanque de retención no se descargarán de forma instantánea, si no a un régimen moderado y navegando en ruta a una velocidad superior a 4 nudos.

Por lo tanto, las descargas sanitarias se realizarán por el costado de la embarcación, irán dotadas de válvulas de no retorno accionables desde una posición accesible sobre la cubierta de francobordo y se realizarán mediante medios de descarga gravitacionales.

## 8. Equipo de gobierno

---

La embarcación irá equipada con un servomotor de accionamiento hidráulico.

La potencia del servo es la estimada en el cuadernillo de propulsión (20 W), que permite que la caña del timón pueda pasar de 35° a una banda a 30° a la otra en un máximo de 28 segundos, con la embarcación a máxima velocidad.

Para situación de emergencia, se le dotará de una caña metálica de fácil acoplamiento para el accionamiento manual del timón.

## 9. Equipos de la habitación

---

### 9.1. Aislamiento de mamparos y cubiertas

---

El emplazamiento, la estructura y la disposición de los espacios de alojamiento de la tripulación, así como los medios de acceso a los mismos, serán tales que queden garantizados la seguridad, la protección contra la intemperie y el mar y el aislamiento contra el calor, el frío, la condensación, los ruidos excesivos y las vibraciones o emanaciones procedentes de otros espacios. En particular, el material aislante que se aplicará a los mamparos y techos de entrepuente de los espacios de máquinas adyacentes al alojamiento de la tripulación será de un tipo que impida la infiltración de emanaciones y olores.

### 9.2. Muebles y decoración

---

Las superficies de los espacios de alojamiento y del mobiliario serán de un tipo higiénico, fácil de mantener limpio y resistente a la humedad.

Se tomarán todas las medidas posibles para proteger los alojamientos de la tripulación y su mobiliario de la entrada de insectos y otros animales dañinos.

Cada miembro de la tripulación dispone de una litera individual, cuyas dimensiones son 1,9 m X 680 mm.

En el puente de navegación se dispondrán todos los equipos necesarios para la ayuda a la navegación. Por tanto, en dicho puente se instalarán mesas y consolas para poder colocar los aparatos de radio, cartas, controles de navegación. También se dispondrán una silla para el timonel, alarmas, controles de maquinaria y toda la instrumentación necesaria.

### 9.3. Puertas

---

Todas las aberturas de acceso practicadas en los mamparos de superestructuras y en otras estructuras exteriores cerradas por las que pudiera entrar el agua y poner en peligro a la embarcación irán provistas de puertas fijadas permanentemente al mamparo y armadas y reforzadas de modo que el conjunto de su estructura sea de resistencia equivalente a la de la estructura no perforada y resulten estancas a la intemperie cuando estén cerradas.

Proyecto 082

Los medios utilizados para mantener la estanquidad a la intemperie de estas puertas serán juntas y dispositivos de sujeción u otros medios equivalentes que estarán permanentemente fijados al mamparo o a las propias puertas y dispuestos de modo que puedan ser accionados desde ambos lados del mamparo.

#### 9.4. Portillos y ventanas

---

Todos los portillos y ventanas tendrán aros de latón, fijos o de apertura, con cristal de espesor adecuado, en función de la zona donde estén situados. Los portillos serán de 450 mm de diámetro y estarán montados con brazola de acero y aro de latón, llevando tapas ciegas.

### 10. Equipo de cocina y fonda

---

En la cocina se dispondrán los equipos que se citan a continuación y tendrán la capacidad suficiente para el total de la tripulación:

- Cocina con un fogón.
- Un fregadero de acero inoxidable.
- Armarios, contruidos en PRFV.
- Extractor de humos con un ventilador.

### 11. Equipos de pesca y carga

---

Tal y como se comento al inicio del proyecto, según la ley ecuatoriana de pesca artesanal, para que una embarcación pueda ser categorizada como embarcación de pesca artesanal, todos los procesos de captura y manipulación de las artes debe hacerse de forma manual.

Debido a esto, no se va a dotar a la embarcación de medios de pesca ni de carga mecanizados con el fin de ajustarse a las especificaciones del proyecto.

## 12. Bibliografía

---

- [www.veristar.com](http://www.veristar.com). Reglamento del Bureau Veritas.
- “Safety recommendations for decked fishing vessels of less than 12 metres in length and undecked fishing vessels” . FAO/ILO/IMO.2010.
- “Directrices de aplicación voluntaria para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros pequeños”, 2005 de la OMI.
- IMO. *Convenio internacional para prevenir la contaminación de buques: MARPOL (Maritime Pollution)*. 1973 (Con el protocolo de Londres de 17 de 17 de Febrero de 1978 y enmiendas posteriores)
- Reglamento Internacional Para Prevenir Los Abordajes (1972)
- <http://www.zodiac.es/balsas>



# **“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”**

---

**Cuaderno Nº 9**

**Planta Eléctrica**

***Alumnos:***

*Daniel Leante Darricau  
Laura Alba García Marugán*

***Tutores:***

*José Fernando Núñez Básañez  
David Gutiérrez Díaz*

***Cotutores en la universidad de acogida (ESPOL):***

*Cristóbal Mariscal  
Bolivar Vaca*

## ÍNDICE

---

1. Introducción	3
2. Definición de la planta eléctrica	3
3. Estimación de la potencia eléctrica requerida por cada consumidor	4
3.1. Alumbrado interior	4
3.2. Alumbrado exterior	7
3.3. Luces de navegación	7
3.4. Iluminación de emergencia	8
3.5. Equipos de navegación y radiocomunicaciones	8
3.6. Resto de consumidores	9
4. Determinación de las diferentes situaciones de carga eléctrica	9
5. Balance eléctrico	10
5.1. Potencia consumida durante la navegación	10
5.2. Potencia consumida durante maniobras de pesca	12
5.3. Potencia consumida fondeado	14
5.4. Situación de emergencia	15
5.5. Arranque del motor principal	17
6. Selección de baterías	17
7. Diodo separador	18
8. Bibliografía	19
9. Anexo I	20
10. Anexo II. Diagrama unifilar	23



## TABLAS

Tabla 1. Índice del local para cada espacio	4
Tabla 2. Factor de utilización de los espacios	5
Tabla 3. Factor de mantenimiento de los espacios	5
Tabla 4. Nivel medio de iluminación según Bureau Veritas	6
Tabla 5. Flujo de luz para cada espacio	6
Tabla 6. Consumo eléctrico por espacios	7
Tabla 7. Potencia de las luces de navegación	7
Tabla 8. Iluminación de emergencia	8
Tabla 9. Equipos de navegación y radio comunicaciones	8
Tabla 10. Resto de consumidores	9
Tabla 11. Consumos durante la navegación	11
Tabla 12. Resumen consumidores en navegación	12
Tabla 13. Consumos durante la maniobra de pesca	13
Tabla 14. Resumen consumos en maniobra	13
Tabla 15. Potencia consumida fondeado	15
Tabla 16. Resumen consumos fondeado	15
Tabla 17. Situación de emergencia	16
Tabla 18. Resumen situación de emergencia	17
Tabla 19. Situaciones de carga	17

## Ilustraciones

Ilustración 1. Esquema diodo separador	19
--	----

## 1. Introducción

---

Una vez que conocemos todos los equipos y servicios de abordó, podemos estimar las necesidades eléctricas, para así poder realizar el balance eléctrico y dimensionar la planta eléctrica.

Los pasos a seguir han sido:

- Establecerán los rangos de frecuencias y tensiones que serán empleados a bordo.
- Listado de consumidores.
- Balance eléctrico para las situaciones de carga más significativas de la embarcación.
- Selección de los equipos eléctricos que se adapten a las necesidades de la embarcación.

## 2. Definición de la planta eléctrica

---

La embarcación estará dotada de una instalación de corriente continua a 24 V. Esta corriente se obtiene mediante baterías que se cargan a través de un alternador conectado al motor principal.

De este modo la red de alumbrado, los servicios especiales, los equipos electrónicos y los de navegación serán alimentados con corriente continua a 24 V.

Por lo tanto la planta eléctrica está formada por:

- Alternador conectado al motor principal
- Baterías de alimentación a 24 V.
- Cuadro de distribución principal y de emergencia.
- Consumidores.

### 3. Estimación de la potencia eléctrica requerida por cada consumidor

#### 3.1. Alumbrado interior

Para evaluar el consumo eléctrico de la iluminación interior, hemos utilizado el método directo, de los lúmenes o de cavidad, cuyo objetivo es obtener el valor medio de la iluminancia en una zona significativa (plano de trabajo).

Para empezar hemos calculado el índice del local  $k$ , que representa su relación de esbeltez y por lo tanto, la proporción de luz directa y luz reflejada. Para ello hemos utilizado la siguiente expresión:

$$k = \frac{S}{(0,5 \cdot \Gamma) \cdot h}$$

Donde:

- $S \equiv$  es la superficie en planta en  $m^2$ .
- $\Gamma \equiv$  longitud en metros de la curva más baja que define el perímetro del local.
- $h \equiv$  distancia vertical en metros, desde la armadura de la lámpara (punto más alto de emisión de luz), hasta la superficie de trabajo. La superficie de trabajo por regla general se toma 0,85 m y la altura de la armadura de la lámpara puede tomarse como un valor de 5 cm con respecto al techo.

Espacio	$\Gamma$ (m)	$S$ ( $m^2$ )	$h$ (m)	$k$
Camarote	9,117	4,841	2,000	0,531
Puente	9,907	3,644	2,010	0,366
Cocina	2,920	0,528	2,010	0,180
Baño	2,920	0,528	2,010	0,180
Cámara de máquinas	8,600	4,500	1,120	0,934

Tabla 1. Índice del local para cada espacio

El siguiente paso es obtener el factor de utilización ( $F_u$ ), que representa la relación entre el flujo proporcionado por las lámpara y el obtenido en la superficie de trabajo. Es por lo tanto un rendimiento que engloba los de la luminaria y del local.

Este factor se obtiene de la información que proporciona los fabricantes de las luminarias a partir de los grados de reflexión del índice del local.

Se ha supuesto que todos los mamparos y techos de los espacios son de color claro, luego el grado de reflexión será del 50%.

<i>Espacio</i>	<i>k</i>	<i>F<sub>u</sub></i>
Camarote	0,531	0,32
Puente	0,366	0,39
Cocina	0,180	0,22
Baño	0,180	0,22
Cámara de máquinas	0,934	0,51

**Tabla 2. Factor de utilización de los espacios**

Lo siguiente que necesitamos conocer es el factor de mantenimiento, que representa el efecto de envejecimiento del sistema o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental, de la frecuencia de limpieza del local y de la pérdida de luminosidad de las lámparas por envejecimiento. Para una limpieza periódica anual podemos tomar valores de 0,6 para locales sucios y de 0,8 para locales limpios.

<i>Espacio</i>	<i>F<sub>m</sub></i>
Camarote	0,8
Puente	0,8
Cocina	0,7
Baño	0,8
Cámara de máquinas	0,6

**Tabla 3. Factor de mantenimiento de los espacios**

Una vez conocidos todos los valores anteriores podemos calcular el flujo luminoso que llega a la superficie de trabajo. Dicho valor se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\Phi_t = \frac{E_m \cdot S}{F_u \cdot F_m}$$

Donde:

- $\Phi_t \equiv$  es el flujo luminoso o potencia de radiación luminosa (en lm).
- $E_m \equiv$  es el nivel medio de iluminación en lx, valor que está ligado a las recomendaciones de Bureau Veritas, según se indica en la tabla:

Tipo de espacio	$E_m$ (lx)
Camarotes	150
Escaleras y accesos	110
Aseos y servicios	150
Local de cocina y similares	540
Local de maquinaria	200
Local del control	540

**Tabla 4. Nivel medio de iluminación según Bureau Veritas**

- $S \equiv$  representa la superficie del local a iluminar (en m<sup>2</sup>).
- $Fm \equiv$  es el factor de mantenimiento o conservación de la instalación.
- $Fu \equiv$  es el factor de utilización de la lámpara.

Espacio	$S$ (m <sup>2</sup> )	$Fu$	$Fm$	$E_m$ (lx)	Flujo(lm)
Camarote	4,841	0,32	0,8	150	2836,5
Puente	3,644	0,39	0,8	540	6306,9
Cocina	0,528	0,22	0,7	540	1851,4
Baño	0,528	0,22	0,8	150	450,0
Cámara de máquinas	4,500	0,51	0,6	200	2941,2

**Tabla 5. Flujo de luz para cada espacio**

Llegado a este punto podemos seleccionar las lámparas que se utilizarán para cada espacio, que nos indicarán el rendimiento lumínico (cantidad de luz emitida medida en lm por cada vatio de luz entregado a la lámpara).

Conocido el flujo de luz necesario y el rendimiento lumínico de cada espacio podemos calcular el consumo eléctrico del alumbrado por espacio, utilizando la siguiente expresión:

$$P = \frac{\Phi_T}{\eta_{lum}}$$

Proyecto 082

Conocida la potencia mínima consumida podemos determinar el número de lámparas del tipo previamente seleccionado, que sea capaz de abastecer la demanda y por tanto la potencia instalada real del alumbrado.

Espacio	$\phi_T (lm)$	$\eta_{lum}$	$P (W)$	$P_{uni}(W)$	Nº unidades	$P_{total} (W)$
Camarote	2836,5	74	38,33	19	2	38
Puente	6306,9	89	70,86	38	2	76
Cocina	1851,4	74	25,02	19	2	38
Baño	450,0	74	6,08	19	1	19
Cámara de máquinas	2941,2	74	39,75	19	3	57

Tabla 6. Consumo eléctrico por espacios

Sumando todos los espacios tenemos un consumo por alumbrado interior igual a 228 W.

### 3.2. Alumbrado exterior

La embarcación está dotada de dos proyectores de 200 W, uno de ellos de reserva, situado sobre el puente de modo que proyecte luz sobre la mayor superficie posible.

### 3.3. Luces de navegación

El objetivo de estas luces es que otros buques puedan visualizar, conocer el rumbo y las dimensiones de otros buques con suficiente antelación. Por lo que no es necesario que sean luces de grandes potencias.

Para la embarcación se utilizarán luces de 40 W y las luces necesarias son las que se indicaron en el cuadernillo de equipos y servicios.

Luces	Potencia(W)
Luz blanca de tope	40
Luz verde costado estribor	40
Luz roja costado babor	40
Luz de alcance	40
Luz blanca todo horizonte	40
Luz verde todo horizonte	40
2 luces roja todo horizonte	40

Tabla 7. Potencia de las luces de navegación

El consumo de las luces de navegación es 320W.

### 3.4. Iluminación de emergencia

Parte de las necesidades de alumbrado que se han estudiado en apartados anteriores estarán alimentados desde el cuadro de emergencia, de este modo ante una caída de la planta eléctrica principal los espacios que son esenciales para el gobierno de la embarcación, así como para su seguridad y para la de los tripulantes seguirán suficientemente iluminados independientemente de la luz natural existente.

Así, estarán iluminadas las rutas de escape, puente, cámara de máquinas y puestos de reunión y control.

<i>Iluminación de emergencia</i>	<i>Nº unidades</i>	<i>P<sub>uni</sub>(W)</i>	<i>P<sub>instalada</sub>(W)</i>
Alumbrado exterior	2	200	400
Luces de navegación	1	320	320
Alumbrado del puente	2	38	76
Alumbrado de la cámara de máquinas	3	19	57
Alumbrado del camarote	2	19	38

Tabla 8. Iluminación de emergencia

### 3.5. Equipos de navegación y radiocomunicaciones

<i>Equipos de navegación y radiocomunicaciones</i>	<i>Nº unidades</i>	<i>P<sub>uni</sub>(W)</i>	<i>P<sub>instalada</sub>(W)</i>
GPS/Sonda	1	300	300
Radioteléfono VHF+ (LSD)	1	30	30
Receptor Navtex	1	100	100
Girocompás	1	100	100
Radar	1	150	150

Tabla 9. Equipos de navegación y radio comunicaciones



### 3.6. Resto de consumidores

<i>Resto de equipos</i>	<i>Nº unidades</i>	<i>P<sub>uni</sub>(W)</i>	<i>P<sub>instalada</sub>(W)</i>
Molinete del ancla	1	500	500
Bomba de achique c.m	1	1200	1200
Bombas de agua dulce	2	100	100
Bomba de trasiego de combustible	1	200	200
Alarmas	1	50	50
Ventilador de la cámara de máquinas	1	100	100
Limpiaparabrisas	1	50	50

Tabla 10. Resto de consumidores

## 4. Determinación de las diferentes situaciones de carga eléctrica

En este apartado se van a definir aquellas situaciones de carga eléctrica significativas, bien desde el punto de vista de la potencia demandada o desde el punto de vista de operación, para ello se analizarán:

- Aquellas situaciones en la que se va a operar la embarcación durante un porcentaje importante de su vida.
- Aquellas situaciones que previsiblemente puedan dar lugar a los mayores consumos, ya que influirán especialmente en el dimensionamiento de la planta.
- Aquellas situaciones de pequeña demanda energética.
- La situación de emergencia, por su importancia directa en el dimensionamiento de las baterías correspondientes.

Atendiendo a lo anteriormente comentado, las situaciones de carga eléctrica consideradas son:

- Navegación normal
- Maniobrando
- Fondeado
- Emergencia

## 5. Balance eléctrico

---

En este apartado se va a realizar un análisis de la energía eléctrica demandada en cada situación.

La elección de una batería se efectúa a partir de los consumos de todos los aparatos eléctricos de a bordo. Para ello, hemos confeccionado una tabla en la que se recogen todos los consumidores, la potencia de los mismos y el número de horas de utilización para las cuatro situaciones que vamos a estudiar (Navegando, fondeado, en maniobras y en situación de emergencia). Además, en el balance eléctrico, para cada situación y consumidor, le aplicaremos un factor de utilización ( $K_u$ ), que es el producto del factor de servicio ( $K_{sr}$ ) por el coeficiente de simultaneidad ( $K_n$ ).

El coeficiente de simultaneidad ( $K_n$ ), refleja que en muchos casos existen equipos de reserva, que no están siendo empleados.

El coeficiente de servicio y régimen ( $K_{sr}$ ), representa el grado de probabilidad de que una máquina esté trabajando a su potencia máxima, y en consecuencia, que absorba de la red la potencia  $P_c$ . Por tanto, este factor depende del servicio de aparato, que representa en qué fracción del tiempo se espera que esté funcionando en esa situación de carga eléctrica, y por otro lado, del régimen, que indica que fracción de la potencia (con respecto a la nominal) es la que sea previsible en el funcionamiento normal.

Teniendo en cuenta todo lo anterior la potencia final o demandada por cada consumidor será:

$$P_F = P_c \cdot K_u = P_c \cdot K_n \cdot K_{sr}$$

### 5.1. Potencia consumida durante la navegación

---

La situación de navegación tiene una peculiaridad de que el motor está en funcionamiento, por tanto el alternador del motor está continuamente cargando las baterías, por tanto, para esta situación lo único que tenemos que hacer es asegurarnos que el ritmo de carga del alternadores es igual o superior al consumo.

Para obtener el consumo unitario, hemos puesto que el periodo entre recarga es de 1 h, de esta forma obtenemos los a·h unitarios.

Proyecto 082

Consumidor	Nº unidades	$P_{uni}(W)$	$P_{total}(W)$	$k_n$	$k_{sr}$	$P_{consu}(W \cdot h)$
<b>Equipos de navegación</b>						
GPS/Sonda	1	300	300	1,0	0,9	270,0
Radioteléfono VHF+ (LSD	1	30	30	1,0	0,7	21,0
Receptor Navtex	1	100	100	1,0	0,7	70,0
Girocompás	1	100	100	1,0	0,8	80,0
radar	1	150	150	1,0	0,9	135,0
<b>Total</b>						<b>576,0</b>
<b>Iluminación</b>						
Alumbrado exterior	2	200	400	0,5	0,5	100,0
Luces de navegación	1	320	320	1,0	0,6	192,0
Camarote	2	19	38	1,0	0,4	15,2
Puente	2	38	76	1,0	0,8	60,8
Cocina	2	19	38	1,0	0,4	15,2
Baño	1	19	19	1,0	0,4	7,6
Cámara de máquinas	3	19	57	1,0	0,7	39,9
<b>Total</b>						<b>430,7</b>
<b>Casco y cubierta</b>						
Molinete del ancla	1	500	500	1,0	0,0	0,0
Alarmas	1	50	50	1,0	0,4	20,0
Limpiaparabrisas	1	50	50	1,0	0,9	45,0
<b>Total</b>						<b>65,0</b>
<b>Servicios cámara de máquinas</b>						
Bomba de achique c.m	1	1200	1200	1,0	0,2	240,0
Bomba de trasiego de combustible	1	200	200	1,0	0,9	180,0
Ventilador de la cámara de máquinas	1	100	100	1,0	0,9	90,0
<b>Total</b>						<b>510,0</b>
<b>Servicios sanitarios</b>						
Bombas de agua dulce	2	100	200	0,5	0,6	60,0
<b>Total</b>						<b>60,0</b>

Tabla 11. Consumos durante la navegación

Proyecto 082

<i>Resumen de consumidores en navegación</i>	$P_{consu} (W \cdot h)$
Equipos de navegación	576,0
Iluminación	430,7
Casco y cubierta	65
Servicios cámara de máquinas	510
Servicios sanitarios	60
<b>Total consumos en navegación</b>	<b>1641,7</b>

**Tabla 12. Resumen consumidores en navegación**

La potencia total demandada durante la navegación es de  $1.641,7 W \cdot h$ , como las baterías seleccionadas son de 24V, el consumo medio en A·h, es  $68,4 A \cdot h$

Sabiendo que la batería se debe descargar por debajo del 20 % de su capacidad nominal, la capacidad de la batería no será menor de  $85,5 A \cdot h$ .

## 5.2. Potencia consumida durante maniobras de pesca

Al igual que en el caso de situación de navegación, en la situación de maniobras, los motores de la embarcación van a estar en marcha, por tanto las baterías se están cargando de forma permanente.

<i>Consumidor</i>	<i>Nº unidades</i>	$P_{uni}(W)$	$P_{total}(W)$	$k_n$	$k_{sr}$	$P_{consu} (W \cdot h)$
<b>Equipos de navegación</b>						
GPS/Sonda	1	300	300	1,0	0,8	240,0
Radioteléfono VHF+ (LSD	1	30	30	1,0	0,7	21,0
Receptor Navtex	1	100	100	1,0	0,5	50,0
Girocompás	1	100	100	1,0	0,5	50,0
radar	1	150	150	1,0	0,8	120,0
<b>Total</b>						<b>481,0</b>
<b>Iluminación</b>						
Alumbrado exterior	2	200	400	0,5	0,5	100,0
Luces de navegación	1	320	320	1,0	0,4	128,0
Camarote	2	19	38	1,0	0,1	3,8
Puente	2	38	76	1,0	0,7	53,2
Cocina	2	19	38	1,0	0,1	3,8

Proyecto 082

Baño	1	19	19	1,0	0,1	1,9
Cámara de máquinas	3	19	57	1,0	0,6	34,2
<b>Total</b>						<b>324,9</b>
<b>Casco y cubierta</b>						
Molinete del ancla	1	500	500	1,0	0,0	0
Alarmas	1	50	50	1,0	0,2	10,0
Limpiaparabrisas	1	50	50	1,0	0,3	15,0
<b>Total</b>						<b>25,0</b>
<b>Servicios cámara de máquinas</b>						
Bomba de achique c.m	1	1200	1200	1,0	0,2	240,0
Bomba de trasiego de combustible	1	200	200	1,0	0,9	180,0
Ventilador de la cámara de máquinas	1	100	100	1,0	0,9	90,0
<b>Total</b>						<b>510,0</b>
<b>Servicios sanitarios</b>						
Bombas de agua dulce	2	100	200	0,5	0,3	30,0
<b>Total</b>						<b>30,0</b>

Tabla 13. Consumos durante la maniobra de pesca

Resumen de consumidores en maniobra	$P_{consu} (W \cdot h)$
Equipos de navegación	481,0
Iluminación	324,9
Casco y cubierta	25,0
Servicios cámara de máquinas	510,0
Servicios sanitarios	30,0
<b>Total consumos en navegación</b>	<b>1370,9</b>

Tabla 14. Resumen consumos en maniobra

La potencia total demandada durante maniobra es de  $1.370,9W \cdot h$ , como las baterías seleccionadas son de 24V, el consumo medio en A·h, es  $57,1 A \cdot h$

Sabiendo que la batería se debe descargar por debajo del 20 % de su capacidad nominal, la capacidad de la batería no será menor de  $71,4 A \cdot h$ .

### 5.3. Potencia consumida fondeado

Esta situación puede durar varias horas sin que se arranque el motor, y por lo tanto que el alternador pueda recargar las baterías. Para su estudio hemos considerado 6 horas como tiempo entre recargas de baterías.

Consumidor	Nº unidades	$P_{uni}(W)$	$P_{total}(W)$	$kn$	$ksr$	$P_{consu}(W \cdot h)$
<b>Equipos de navegación</b>						
GPS/Sonda	1	300	300	1,0	0,0	0,0
Radioteléfono VHF+ (LSD	1	30	30	1,0	0,4	12,0
Receptor Navtex	1	100	100	1,0	0,4	40,0
Girocompás	1	100	100	1,0	0,2	20,0
radar	1	150	150	1,0	0,1	15,0
<b>Total</b>						<b>87,0</b>
<b>Iluminación</b>						
Alumbrado exterior	2	200	400	0,5	0,3	60
Luces de navegación	1	320	320	1,0	0,6	192
Camarote	2	19	38	1,0	0,6	22,8
Puente	2	38	76	1,0	0,8	60,8
Cocina	2	19	38	1,0	0,6	22,8
Baño	1	19	19	1,0	0,5	9,5
Cámara de máquinas	3	19	57	1,0	0,6	34,2
<b>Total</b>						<b>402,1</b>
<b>Casco y cubierta</b>						
Molinete del ancla	1	500	500	1,0	0,0	0,0
Alarmas	1	50	50	1,0	0,2	10,0
Limpiaparabrisas	1	50	50	1,0	0,0	0,0
<b>Total</b>						<b>10,0</b>
<b>Servicios cámara de máquinas</b>						
Bomba de achique c.m	1	1200	1200	1,0	0,2	240

Proyecto 082

Bomba de trasiego de combustible	1	200	200	1,0	0,0	0
Ventilador de la cámara de máquinas	1	100	100	1,0	0,0	0
<b>Total</b>						<b>240,0</b>
<b>Servicios sanitarios</b>						
Bombas de agua dulce	2	100	200	0,5	0,6	60,0
<b>Total</b>						<b>60,0</b>

Tabla 15. Potencia consumida fondeado

Resumen de consumidores fondeado	$P_{consu} (W \cdot h)$
Equipos de navegación	87,0
Iluminación	402,1
Casco y cubierta	10,0
Servicios cámara de máquinas	240,0
Servicios sanitarios	60,0
<b>Total consumos en navegación</b>	<b>799,1</b>

Tabla 16. Resumen consumos fondeado

La potencia total demandada en situación de fondeo es de  $799,1 W \cdot h$ . Como hemos seleccionado un periodo de recarga de las baterías de 6 horas, la capacidad de los acumuladores tiene que ser:

$$q = I \cdot t = \frac{P_{consu} \cdot t}{V} = \frac{799,1 \cdot 6}{24} = 199,8 A \cdot h$$

Sabiendo que la batería se debe descargar por debajo del 20 % de su capacidad nominal, la capacidad de la batería no será menor de  $249,7 A \cdot h$ .

#### 5.4. Situación de emergencia

En esta situación sólo permanecerán activos los equipos esenciales para la supervivencia de la embarcación y de su tripulación, hasta que se restaure la situación de funcionamiento normal.

Consumidor	Nº unidades	$P_{uni}(W)$	$P_{total}(W)$	$k_n$	$k_{sr}$	$P_{consu} (W \cdot h)$
<b>Equipos de navegación</b>						
GPS/Sonda	1	300	300	1,0	0,1	30,0
Radioteléfono VHF+ (LSD)	1	30	30	1,0	0,5	15,0
Receptor Navtex	1	100	100	1,0	0,5	50,0



Proyecto 082

Girocompás	1	100	100	1,0	0,2	20,0
radar	1	150	150	1,0	0,2	30,0
<b>Total</b>						<b>145,0</b>
<b>Iluminación</b>						
Alumbrado exterior	2	200	400	0,5	0,5	100
Luces de navegación	1	320	320	1,0	0,5	160
Camarote	2	19	38	1,0	0,4	15,2
Puente	2	38	76	1,0	0,6	45,6
Cocina	2	19	38	1,0	0,2	7,6
Baño	1	19	19	1,0	0,2	3,8
Cámara de máquinas	3	19	57	1,0	0,4	22,8
<b>Total</b>						<b>355,0</b>
<b>Casco y cubierta</b>						
Molinete del ancla	1	500	500	1,0	0,0	0,0
Alarmas	1	50	50	1,0	0,5	25,0
Limpiaparabrisas	1	50	50	1,0	0,0	0,0
<b>Total</b>						<b>25,0</b>
<b>Servicios cámara de máquinas</b>						
Bomba de achique c.m	1	1200	1200	1,0	0,2	240
Bomba de trasiego de combustible	1	200	200	1,0	0,0	0
Ventilador de la cámara de máquinas	1	100	100	1,0	0,0	0
<b>Total</b>						<b>240,0</b>
<b>Servicios sanitarios</b>						
Bombas de agua dulce	2	100	200	0,5	0,0	0,0
<b>Total</b>						<b>0,0</b>

Tabla 17. Situación de emergencia

<b>Resumen de consumidores de emergencia</b>	<b><math>P_{consu} (W \cdot h)</math></b>
Equipos de navegación	145,0
Iluminación	355,0
Casco y cubierta	25,0
Servicios cámara de máquinas	240,0

Proyecto 082

Servicios sanitarios	0,0
<b>Total consumos en navegación</b>	<b>765,0</b>

**Tabla 18. Resumen situación de emergencia**

La potencia total demandada en situación de emergencia es de  $765,0 \text{ W} \cdot \text{h}$ . El grupo de baterías de emergencia debe suministrar esta potencia durante un periodo de 3 horas. Por lo tanto deben de tener una capacidad de:

$$q = I \cdot t = \frac{P_{\text{consu}} \cdot t}{V} = \frac{765,0 \cdot 3}{24} = 95,6 \text{ A} \cdot \text{h}$$

Sabiendo que la batería se debe descargar por debajo del 20 % de su capacidad nominal, la capacidad de la batería no será menor de  $119,5 \text{ A} \cdot \text{h}$ .

### 5.5. Arranque del motor principal

Para el sistema de arranque del motor principal se va a disponer de un grupo de batería independiente. La potencia de arranque estimada del motor principal es de  $3.000 \text{ W}$ .

Luego necesitaremos una batería con una capacidad mínima de  $125 \text{ A} \cdot \text{h}$ .

## 6. Selección de baterías

El suministro eléctrico de la embarcación se realiza a través de 3 grupos de baterías:

- El banco principal de baterías para el servicio eléctrico general.
- EL banco de baterías dedicado al arranque del motor.
- El banco de baterías de emergencia.

A continuación se expone un cuadro resumen con los consumos a bordo, para poder seleccionar las baterías.

Situación	Capacidad demandada 24 V (A·h)
Navegación	85,5
Pescando	71,4
Fondeado	249,7
Emergencia	119,5
Arranque del motor principal	125

**Tabla 19. Situaciones de carga**

Durante la navegación y la maniobra de pesca el consumo eléctrico queda cubierto por el alternador del motor. Sin embargo durante la situación de emergencia y durante el fondeo el consumo eléctrico debe ser cubierto mediante baterías, del mismo modo que el arranque del motor principal.

Teniendo en cuenta los consumos anteriores, hemos seleccionado un grupo de 4 baterías VETUS tipo AGM, de 128 A·h de capacidad, conectadas dos a dos en serie (para conseguir los 24 V) y en paralelo para conseguir 256 A·h.

Para el caso de las baterías de emergencia, hemos seleccionado 2 baterías VETUS tipo AGM, de 128 A·h , conectadas en serie.

Para el arranque del motor principal hemos seleccionado 2 baterías VETUS tipo AGM de 128 A·h de capacidad conectadas en serie.

## 7. Diodo separador

---

El separador de baterías distribuye automáticamente la corriente de carga del alternador, mientras las baterías siguen separadas como fuentes de corriente. Es decir, puede considerarse como un desconector de baterías automático. Esto es posible, gracias a que los separadores empleados sólo dejan pasar la corriente del alternador hacia cada batería y no en sentido contrario. Se puede llegar a descargar la batería de los servicios generales mientras que la batería de arranque permanece llena. Al poner el motor en marcha, ambas baterías volverán a cargarse automáticamente.

Para la embarcación hemos seleccionado, un separador de baterías VETUS BS1253 , que en lugar de utilizar diodos utiliza transistores mosfet, que apenas tienen pérdida de tensión (0,1 V a 25 A). Por lo que la tensión real con la que se cargan las baterías es apenas menor que la tensión que el alternador suministra.

Proyecto 082

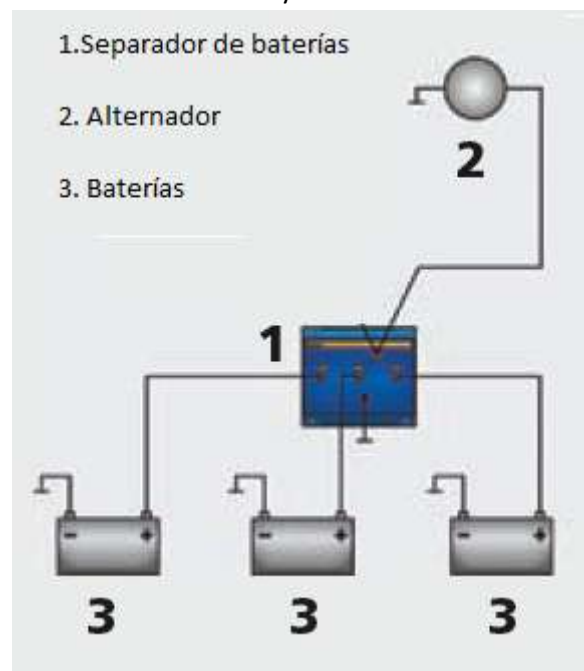


Ilustración 1. Esquema diodo separador

## 8. Bibliografía

- [www.veristar.com](http://www.veristar.com). Reglamento del Bureau Veritas.
- López Piñeiro. *Electricidad aplicada al buque. Distribución eléctrica a bordo*. Publicaciones de la E.T.S.I.N.
- López Piñeiro. *Iluminación a bordo*. Publicaciones de la E.T.S.I.N.
- Norma ISO-10133
- <http://www.vetus.nl/sp/index.php>

## 9. Anexo I

---

A continuación se recogen los aspectos más significativos, para nuestro proyecto, a cumplir en las instalaciones de corriente continua según la norma ISO-10133.

- **Fusibles y disyuntores**

Los dispositivos de protección contra la sobre intensidad deben estar diseñados para que salten antes de que el calor pueda dañar al aislante, las conexiones o los terminales de cable. Debe asegurarse una máxima continuidad de los circuitos vitales en una condición de fallo

Todo el equipo de C.C. debe funcionar en un rango de tensión de la batería, para un sistema de 24 V , de 21 V a 31 V.

A excepción del circuito de arranque del motor, todos los circuitos eléctricos a bordo irán, por grupos, en cada polo o fase no puesta a masa, protegidos con fusibles o disyuntores.

Los diversos circuitos tendrán sus protecciones centralizadas en cuadros generales o auxiliares claramente rotulados.

Las protecciones serán de la gama normalizada, de tipo cerrado con contactos de material resistente a la oxidación.

Los fusibles serán de tipo adecuado no reutilizable.

Cada protección será adecuada para un valor igual a 1,5 veces la intensidad normal de trabajo del circuito o grupo de circuitos a proteger.

Cuando una protección sirva a un grupo de circuitos, la suma total de intensidades no será superior al triple de la intensidad nominal más pequeña.

El circuito de cada luz de navegación tendrá su propio fusible.

Se dispondrá de una toma de masa en contacto permanente con la mar. Todas las partes metálicas de los aparatos de estas instalaciones estarán permanentemente conectados a esta masa de manera eficaz.

Proyecto 082

La puesta a masa se hará por medio de cables de sección amplia y protegidos contra deterioros.

- **Conductores**

La sección transversal de los conductores en cada circuito debe ser tal que la caída de tensión calculado no exceda el 10% de la tensión nominal de la batería.

Los cables utilizados serán aislados y de la sección adecuada al servicio que prestan.

El aislamiento de los cables será resistente al agua de mar, a los aceites, a los hidrocarburos y no propagará las llamas. Los que estén expuestos a la acción solar tendrán una cubierta exterior insensible a la radiación ultravioleta.

El cableado será tal que evite, en lo posible la formación de campos magnéticos en la proximidad de los compases y otros instrumentos de navegación.

Los conductos de puesta a tierra deben ser verdes y amarillos

Los conductos negativos son de color negro o amarillo

Los conductores se deben tender lejos de los conductos de escape u otras fuentes e calor que puedan dañar el aislamiento

Para la distribución eléctrica deben utilizarse conductores aislados de cobre trenzado. El aislamiento debe ser de material ignífugo.

- **Baterías**

Las baterías irán Instaladas en lugar seco, ventilado y por encima del nivel del agua del pantoque.

Una vez instalada, no debe moverse más de 10 mm en dirección alguna cuando se vea sometida a una fuerza equivalente al doble de su peso.

Deben soportar escoras de 30º sin pérdida de electrolito

Se instalarán de forma que los objetos metálicos no puedan entrar en contacto con sus bornes, además deben protegerse contra daños mecánicos mediante el emplazamiento de una caja

Proyecto 082

No deben instalarse sobre un tanque o filtro de combustible.

Las baterías destinadas al arranque del motor o motores, serán capaces de efectuar sin interrupción seis arrancadas seguidas de un motor.

Las alarmas de gas o antirrobo, equipo de calentamiento y bombas automáticas de sentina se podrán conectar entre la batería y el interruptor general pero con fusibles separados.

Debe instalarse un interruptor corta-batería en el conductor positivo.



## 10. Anexo II. Diagrama unifilar

---



# “Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”

---

Cuaderno Nº 10

## Resistencia Estructural

### **Alumnos:**

*Daniel Leante Darricau*  
*Laura Alba García Marugán*

### **Tutores:**

*José Fernando Núñez Básañez*  
*David Gutiérrez Díaz*

### **Cotutores en la universidad de acogida (ESPOL):**

*Cristóbal Mariscal*  
*Bolivar Vaca*

## ÍNDICE

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Características generales</b>	<b>3</b>
2.1. Eslora de escantillonado	3
2.2. Calado de escantillonado	4
2.3. Manga de escantillonado	4
2.4. Puntal	4
<b>3. Material de construcción</b>	<b>4</b>
<b>4. Selección del tipo de estructura</b>	<b>4</b>
<b>5. Definición de la estructura</b>	<b>5</b>
<b>6. Calculo del escantillonado</b>	<b>5</b>
6.1. Calculo del forro	5
6.1.1. Fondo y pantoque	7
6.1.2. Costado	10
6.2. Laminado de la cubierta	12
6.3. Estructura del fondo y costado	15
6.3.1. Cargas de diseño	15
6.3.2. Longitudinales	15
6.3.2.1. Fondo	15
6.3.2.2. Costado	17
6.3.3. Bulárcamas	18
6.3.4. Cuadernas	21
6.4. Estructura de la cubierta	23
6.4.1. Baos	23
6.4.1.1. Baos de las bulárcamas	23
6.4.1.2. Baos de las cuadernas	24

6.4.2.	Esloras	26
6.5.	Mamparos	27
6.6.	Superestructura	28
7.	Bibliografía	29
8.	Anexo I. Cuaderna Maestra	30

## TABLAS

Tabla 1.	Valores de $r_s$ según la zona	6
Tabla 2.	Altura equivalente a las cargas de diseño	7
Tabla 3.	Cálculo del módulo del laminado del fondo	9
Tabla 4.	Cálculo del módulo del laminado del costado	11
Tabla 5.	Cálculo del módulo del laminado de la cubierta	14
Tabla 6.	Alturas equivalentes de las cargas de diseño	15
Tabla 7.	Cálculo del módulo de los longitudinales de fondo	17
Tabla 8.	Cálculo del módulo de los longitudinales de costado	18
Tabla 9.	Cálculo del módulo de las bulárcamas	20
Tabla 10.	Cálculo del módulo de las cuadernas	22
Tabla 11.	Cálculo del módulo de los baos reforzados	24
Tabla 12.	Cálculo del módulo de los baos de cuadernas	25

## 1. Introducción

---

El objetivo de este documento es realizar el escantillonado de la embarcación. Para ello se ha seguido el reglamento de la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas.

Inicialmente se ha seleccionado el tipo de estructura a utilizar para continuar con el escantillonado de la embarcación. Para ello se ha dividido la estructura en dos zonas, una parte central y la zona de los extremos correspondientes a las zonas de proa y popa.

A pesar de esta división, con el objetivo de facilitar y simplificar los procesos constructivos de la estructura, en algunos de los elementos se han considerado las mismas características a lo largo de toda la eslora como es el caso del laminado de la cubierta.

## 2. Características generales

---

A continuación se definen los principales parámetros reglamentarios del buque utilizados en el escantillonado de la maestra, según BV:

### 2.1. Eslora de escantillonado

---

Según la Sociedad de Clasificación, es la distancia en la flotación de verano, desde la cara de proa de la roda hasta el eje de la mecha del timón. Esta definición coincide con la eslora entre perpendiculares  $L_{pp}$ , que para nuestra embarcación es 10,423 m.

El reglamento también indica que para el escantillonado, la eslora  $L$  no será menor del 96 % de la eslora total en la flotación de verano,  $L_{WL}$ , ni necesita ser mayor del 97 % de  $L_{WL}$ .

La eslora de flotación para el calado de escantillonado es 10,965 m, luego los límites para la eslora de escantillonado son:

$$L_{escantillonado}^{min} = 0,96 \cdot 10,965 = 10,526 \text{ m}$$

$$L_{escantillonado}^{max} = 0,97 \cdot 10,965 = 10,636 \text{ m}$$

Como la eslora de escantillonado es menor que el valor mínimo que impone la Sociedad de Clasificación, hemos corregido dicho valor y hemos tomado un valor de la eslora de escantillonado igual a 10,526 m.

En las expresiones que hagan referencia a la eslora, se referirán a la eslora de escantillonado.

## 2.2. Calado de escantillonado

---

Es el calado a máxima carga, que se tomará el calado de verano 1,2 m.

## 2.3. Manga de escantillonado

---

Es la manga máxima de trazado bajo la cubierta de intemperie, en este caso  $B = 3,480$  m.

## 2.4. Puntal

---

El puntal D es la distancia vertical, medida en el costado a la mitad de L, desde la línea de base hasta la cara superior del bao de la cubierta continua más alta, en nuestro caso 1,467 m.

## 3. Material de construcción

---

El escantillonado de la embarcación, se conseguirá con un laminado a base de resina de poliéster y capas alternadas de CSM y de tejido de fibra de vidrio.

La capa de gel coat y el resto de capas superficiales no se consideran estructurales por lo que no se considerarán en el cálculo del escantillonado.

## 4. Selección del tipo de estructura

---

Para decidir el tipo de estructura a utilizar hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Si se selecciona una estructura con pocos refuerzos, será necesario disponer un espesor del casco considerable, lo que conduciría a procesos complejos de laminado (control exhaustivo del laminado) y a cascos de mayor peso (debido a la cantidad de resina a utilizar).
- Si se selecciona una estructura con muchos refuerzos y pequeños espesores de forro, existirán numerosos cruces de refuerzos lo que se traduce en un incremento de la dificultad del proceso constructivo y por otro lado con bajos espesores pueden aparecer problemas de flexión que den lugar a deslaminaciones.

Teniendo en cuenta lo anterior y atendiendo a consideraciones constructivas, hemos seleccionado una estructura tipo transversal, ya que se trata de una embarcación de reducida eslora donde las formas de proa y popa ocupan un porcentaje significativo de la misma. Por lo tanto desde un punto de vista constructivo es más sencillo recurrir a una estructura transversal, ya que sería prácticamente imposible disponer de longitudinales continuos capaces de ajustarse a los finos de proa y popa.

Por otro lado, debido a la actividad que va a desarrollar la embarcación, el tipo transversal parece más adecuado para soportar las cargas a las que va a ser sometida la estructura.

## 5. Definición de la estructura

---

Se va a colocar un longitudinal central de fondo (quilla) a lo largo de toda la eslora de la embarcación. Se colocará un longitudinal de fondo y otro de costado a cada banda. La clara entre longitudinales es 0,70 m.

La separación entre los elementos transversales primarios será de 1,56 m (clara entre bulárcamas) y la clara entre cuadernas será de 0,52 m (tal y como se indico en el cuadernillo de disposición general). Las cuadernas y bulárcamas servirán de soporte a los longitudinales y esloras. Serán las mismas en el fondo que en el costado para simplificar su construcción y continuarán hacia crujía para formar las varengas.

Se colocará una eslora en cada banda, a una distancia de 0,90 m del plano de crujía.

## 6. Calculo del escantillonado

---

### 6.1. Calculo del forro

---

Para el cálculo del espesor del laminado utilizaremos la siguiente expresión:

$$e_i = \left( \frac{P_{Vi}}{1-u_0} \right) \left[ \left( \frac{1}{d_v} \right) + \left( \frac{1-f_i}{f_i \cdot d_r} \right) \right] \cdot 10^{-3} mm \quad (Ec.1)$$



Donde:

- $P_{Vi} \equiv$  Gramaje de cada capa en  $g/m^2$ .
- $u_0 \equiv$  Contenido en huecos, en un laminado típico puede estimarse un 5%, dadas las condiciones físicas de las factorías navales en Ecuador, supondremos una concentración volumétrica en huecos algo mayor 8%.
- $d_v \equiv$  Densidad de la fibra, se supondrá un valor de  $2,54 \text{ g/cm}^3$ .
- $d_r \equiv$  Densidad de la resina, se supondrá un valor de  $1,2 \text{ g/cm}^3$ .
- $f_i \equiv$  Contenido en peso de fibra de cada capa.

El momento ( $M_s$ ) de los laminados, según Bureau Veritas, no será menor que:

$$M_s = r_s \cdot K_s \cdot r_1^2 \cdot h \cdot E^2 \text{ (N} \cdot \text{m/m)} \text{ (Ec. 2)}$$

$$K_s = u_1 \cdot n \cdot r_c \text{ (Ec. 3)}$$

Donde:

$u_1$ :

- $u_1 = 1 \Rightarrow \text{si } l \geq 2 \cdot E$
- $u_1 = 1 - 1,5(1 - \frac{l}{2E})^2 \Rightarrow \text{si } E < l < 2 \cdot E$
- $u_1 = 0,6251 \Rightarrow l = E$

Siendo  $l$  la longitud no soportada del refuerzo, en m.

- $E \equiv$  Clara entre refuerzos, en m.
- $n = 1 - 3(a/E) \cdot (1 - a/E)$
- $a \equiv$  Alma del refuerzo, se ha considerado un refuerzo tipo “omega”, con un alma de 180 mm.
- $r_c = 1 - f/E$
- $f \equiv$  Flecha, que puede estimarse como  $f = 0,01 \cdot E$
- $r_s \equiv$  Tomara los valores de la siguiente tabla.

	Centro	Extremos
Fondo y quilla	5.200	4.700
Costado y doble fondo	5.000	4.700

**Tabla 1. Valores de  $r_s$  según la zona**

- $r_1 \equiv$  Es un coeficiente cuyo valor varía entre 1 y 0,92, en función del tipo de navegación. Para este caso de estudio supondremos que la navegación se hace en alta mar luego  $r_1 = 1$ .
- $h \equiv$  Cargas de diseño, que vienen dadas en función de la altura específica para cada caso.

	Centro	Extremos
Fondo	$h_f = 0,75 \cdot C + 0,325 \cdot T$ $T \geq 0,53 \cdot C$ $h_f = 1,75 \cdot T$ Sin ser menor de 1, para embarcaciones de $L \leq 50 \text{ m}$	$h_f = 1,75 \cdot T$  Sin ser menor de 1, para embarcaciones de $L \leq 50 \text{ m}$
Costado	$h_m = 0,65 \cdot (C + T/2)$ $T \geq 0,53 \cdot C$ $h_m = 1,75 \cdot T - 0,1 \cdot C$ $T < 0,53 \cdot C$ Sin ser menor de 1, para embarcaciones de $L \leq 50 \text{ m}$	$h_m = 1,75 \cdot T$  Sin ser menor de 1,5 para embarcaciones de $L \leq 50 \text{ m}$

**Tabla 2. Altura equivalente a las cargas de diseño**

\* $T \equiv$  calado de escantillonado y  $C \equiv$  puntal de construcción.

#### 6.1.1. Fondo y pantoque

El espesor de los paneles del fondo y pantoque no será menor de:

$$t = 1,5 \cdot (L + 10)^{1/2} \text{ mm} \Rightarrow t = 1,5 \cdot (10,526 + 10)^{1/2} = 6,80 \text{ mm}$$

El espesor del forro del fondo y del pantoque, se conseguirá a base de superponer 5 capas de mat de  $450 \text{ g/m}^2$  y 4 de tejido de  $800 \text{ g/m}^2$ .

El espesor de una capa de mat  $450 \text{ g/m}^2$ , teniendo en cuenta que el contenido en peso de mat está entre 0,25 y 0,35 (tomando valor medio 0,30), será de:

$$e_i = \left( \frac{450}{1 - 0,08} \right) \left[ \left( \frac{1}{2,54} \right) + \left( \frac{1 - 0,3}{0,3 \cdot 1,2} \right) \right] \cdot 10^{-3} = 1,14 \text{ mm}$$

El espesor de una capa de tejido  $800 \text{ g/m}^2$ , teniendo en cuenta que su contenido en peso está entre 0,4 y 0,6 (tomando valor medio 0,5), será de:

$$e_i = \left( \frac{800}{1 - 0,08} \right) \left[ \left( \frac{1}{2,54} \right) + \left( \frac{1 - 0,5}{0,5 \cdot 1,2} \right) \right] \cdot 10^{-3} = 1,06 \text{ mm}$$

Luego el espesor total del laminado es:

$$t = 5 \cdot 1,14 + 4 \cdot 1,06 = 9,9 \text{ mm}$$

El momento del laminado mínimo para el fondo y pantoque, lo obtenemos sustituyendo en las ecuaciones (Ec. 2) y (Ec. 3). Donde:

- $u_1 = 1 \Rightarrow$  Por ser el caso más desfavorable.
- $l = 1,56 \text{ m}$ , los longitudinales se apoyan sobre las bulárcamas.
- $E = 0,52 \text{ m}$ , clara entre cuadernas.
- $n = 1 - 3(0,18/0,52) \cdot (1 - 0,18/0,52) = 0,32$
- $f = 0,01 \cdot E = 0,01 \cdot 0,52 = 5,2 \times 10^{-3} \text{ m}$
- $r_c = 1 - f/E = 1 - 5,2 \times 10^{-3}/0,52 = 0,99$
- $r_s \equiv 5.200$  (tabla 1), se adoptará este valor para todo el laminado del fondo.
- $h_f = 0,75 \cdot 1,467 + 0,325 \cdot 1,200 = 1,490 \text{ m}$

$$K_s = 1 \cdot 0,32 \cdot 0,99 = 0,317$$

$$M_s = 5.200 \cdot 0,317 \cdot 1 \cdot 1,490 \cdot 0,52^2 = 664,13 \text{ N} \cdot \text{m/m}$$

Para determinar el momento a flexión, supondremos un módulo de Young de  $7500 \text{ N/mm}^2$  para el mat y  $10500 \text{ N/mm}^2$  para el tejido. Conociendo estos datos, podemos calcular el momento en el forro del fondo para 1 metro.

Capa	$E_i \times 10^3$	$S_i \times 10^3$	$Z_i$	$(E_i \cdot S_i) \times 10^6$	$(E_i \cdot S_i \cdot Z_i) \times 10^6$	$(S_i \cdot Z_i^2) \times 10^3$	$(t_i^3/12) \times 10^3$	$I \times 10^3$
1	7,5	1,14	0,57	8,55	4,87	0,37	0,12	0,49
2	10,5	1,06	1,67	11,13	18,59	2,96	0,10	3,06
3	7,5	1,14	2,77	8,55	23,68	8,75	0,12	8,87
4	10,5	1,06	3,87	11,13	43,07	15,88	0,10	15,97
5	7,5	1,14	4,97	8,55	42,49	28,16	0,12	28,28
6	10,5	1,06	6,07	11,13	67,56	39,06	0,10	39,15
7	7,5	1,14	7,17	8,55	61,30	58,61	0,12	58,73
8	10,5	1,06	8,27	11,13	92,05	72,50	0,10	72,60
9	7,5	1,14	9,37	8,55	80,11	100,09	0,12	100,21
				<b>87,27</b>	<b>433,73</b>	<b>327,37</b>		

**Tabla 3. Cálculo del módulo del laminado del fondo**

El eje neutro estará situado a:

$$z = \frac{\sum E_i \cdot S_i \cdot Z_i}{\sum E_i \cdot S_i} = \frac{433,73}{87,27} = 4,97 \text{ mm}$$

Luego el módulo resistente para un metro del laminado estudiado será:

$$W = \frac{\sum I}{z} = 327,37 \times 10^3 / 4,97 = 65869,2 \text{ mm}^3$$

Suponiendo un valor de la tensión a flexión, para el laminado propuesto, (este valor se debería obtener de ensayos) de  $120 \text{ N/mm}^2$ .

El momento del laminado propuesto es:

$$M = \sigma \cdot W = 120 \cdot 65869,2 = 7904,3 \text{ N} \cdot \text{m} > 664,13 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Que es superior al momento mínimo que marca la Sociedad de Clasificación.

Dado que en los extremos de proa y popa la carga de diseño viene dado por  $h_f = 1,75 \cdot T$  y buscando la facilidad de construcción vamos a comprobar si el laminado propuesto para la parte central es válido también para los extremos.

Para ello calcularemos el momento mínimo del laminado para este nuevo caso de carga.

$$h_f = 1,75 \cdot 1,20 = 2,097 \text{ m}$$

$$M_s = 4700 \cdot 0,317 \cdot 1 \cdot 2,097 \cdot 0,52^2 = 844,81 \text{ N} \cdot \text{m/m}$$

Como el momento del laminado propuesto es mayor que el mínimo requerido por el reglamento, no necesitamos corregir el laminado en las zonas de popa y proa.

La quilla tendrá una anchura dada por:

$$w = 0,6 + 0,01 \cdot L = 0,6 + 0,01 \cdot 10,526 = 0,705 \text{ m}$$

### 6.1.2. Costado

El espesor de los paneles del costado no será menor de:

$$t = 1,25 \cdot (L + 10)^{1/2} \text{ mm} \Rightarrow t = 1,25 \cdot (10,526 + 10)^{1/2} = 5,7 \text{ mm}$$

El espesor del costado, se conseguirá a base de superponer 4 capas de mat de  $450 \text{ g/m}^2$  y 3 de tejido de  $800 \text{ g/m}^2$ .

El espesor de una capa de mat  $450 \text{ g/m}^2$ , teniendo en cuenta que el contenido en peso de mat está entre 0,25 y 0,35 (tomando valor medio 0,30), será de 1,14mm.

El espesor de una capa de tejido  $800 \text{ g/m}^2$ , teniendo en cuenta que su contenido en peso está entre 0,4 y 0,6 (tomando valor medio 0,5), será 1,06 mm.

Luego el espesor total del laminado será:

$$t = 4 \cdot 1,14 + 3 \cdot 1,06 = 7,74 \text{ mm}$$

El momento del laminado mínimo para el costado será:

$$M_s = r_s \cdot K_s \cdot r_1^2 \cdot h \cdot E^2 \text{ (N} \cdot \text{m/m)}$$

$$K_s = u_1 \cdot n \cdot r_c$$

- $u_1 = 1 \Rightarrow$  Por ser el caso más desfavorable.
- $l = 1,56 \text{ m}$ , los longitudinales se apoyan sobre las bulárcamas.
- $E = 0,70 \text{ m}$ , es el caso más desfavorable para la separación entre refuerzos.
- $n = 1 - 3(0,18/0,70) \cdot (1 - 0,18/0,70) = 0,43$

- $f = 0,01 \cdot E = 0,01 \cdot 0,7 = 7 \times 10^{-3} m$
- $r_c = 1 - f/E = 1 - 7 \times 10^{-3}/0,7 = 0,99$
- $r_s \equiv 5.000$  (tabla 1), se adoptará este valor para todo el laminado del costado de la embarcación, ya que no se reducirá el laminado en los extremos adoptando el mismo laminado en toda la eslora.
- $h_m = 0,65 \cdot (C + T/2) = 0,65 \cdot (1,467 + 1,200/2) = 1,34 m$

$$K_s = 1 \cdot 0,43 \cdot 0,99 = 0,426$$

$$M_s = 5.000 \cdot 0,426 \cdot 1 \cdot 1,34 \cdot 0,70^2 = 1398,56 N \cdot m/m$$

Del mismo modo que para el cálculo del forro del fondo supondremos un módulo de Young de  $7500 N/mm^2$  para el mat y  $10500 N/mm^2$  para el tejido. Conociendo estos datos, podemos calcular el momento en el forro del costado para 1 metro.

Capa	$E_i \times 10^3$	$S_i \times 10^3$	$Z_i$	$(E_i \cdot S_i) \times 10^6$	$(E_i \cdot S_i \cdot Z_i) \times 10^6$	$(S_i \cdot Z_i^2) \times 10^3$	$(t_i^3/12) \times 10^3$	$I \times 10^3$
1	7,5	1,14	0,57	8,55	4,87	0,37	0,12	0,49
2	10,5	1,06	1,67	11,13	18,59	2,96	0,10	3,06
3	7,5	1,14	2,77	8,55	23,68	8,75	0,12	8,87
4	10,5	1,06	3,87	11,13	43,07	15,88	0,10	15,97
5	7,5	1,14	4,97	8,55	42,49	28,16	0,12	28,28
6	10,5	1,06	6,07	11,13	67,56	39,06	0,10	39,15
7	7,5	1,14	7,17	8,55	61,30	58,61	0,12	58,73
				<b>67,59</b>	<b>261,57</b>			<b>154,56</b>

**Tabla 4. Cálculo del módulo del laminado del costado**

El eje neutro estará situado a:

$$z = \frac{\sum E_i \cdot S_i \cdot Z_i}{\sum E_i \cdot S_i} = \frac{261,57}{67,59} = 3,87 mm$$

Luego el módulo resistente para un metro del laminado estudiado será:

$$W = \frac{\sum I}{z} = 154,56 \times 10^3 / 3,87 = 39937,9 mm^3$$

Suponiendo un valor de la tensión a flexión, para el laminado propuesto (este valor se debería obtener de ensayos) de  $120 N/mm^2$ .

El momento del laminado propuesto es:

$$M = \sigma \cdot W = 120 \cdot 39937,9 = 4.792,5 \text{ N} \cdot \text{m} > 1398,56 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Que es superior al momento mínimo que marca la Sociedad de Clasificación.

Dado que en los extremos de proa y popa la carga de diseño viene dado por  $h_f = 1,75 \cdot T$ , y buscando la facilidad de construcción, igual que para el caso del forro del fondo, vamos a comprobar si el laminado propuesto para la parte central es válido también para los extremos.

Para ello calcularemos el momento mínimo del laminado para este nuevo caso de carga.

$$h_f = 1,75 \cdot 1,200 = 2,097 \text{ m}$$

$$M_s = 4700 \cdot 0,426 \cdot 1 \cdot 2,097 \cdot 0,70^2 = 2057,32 \text{ N} \cdot \text{m/m}$$

Como el momento del laminado propuesto es mayor que el mínimo requerido por el reglamento, no necesitamos corregir el laminado en las zonas de popa y proa.

## 6.2. Laminado de la cubierta

Para la construcción de la cubierta se ha seleccionado un laminado tipo Sandwich. Este laminado estará compuesto por dos caras de PRFV y un núcleo de madera de balsa.

El espesor mínimo de cada laminado no será menor que:

$$t = 0,4 \cdot (L + 10)^{1/2} = 0,4 \cdot (10,526 + 10)^{1/2} = 1,81 \text{ mm}$$

El laminado de las capas del sandwich, se conseguirá a base de superponer 2 capas de mat de  $450 \text{ g/m}^2$  y 1 de tejido de  $800 \text{ g/m}^2$ .

El espesor de una capa de mat  $450 \text{ g/m}^2$ , teniendo en cuenta que el contenido en peso de mat está entre 0,25 y 0,35 (tomando valor medio 0,30), es de 1,14mm.

El espesor de una capa de tejido  $800 \text{ g/m}^2$ , teniendo en cuenta que su contenido en peso está entre 0,4 y 0,6 (tomando valor medio 0,5), es de 1,06 mm.

Luego el espesor total del laminado es:



$$t = 2 \cdot 1,14 + 1 \cdot 1,06 = 3,34 \text{ mm}$$

El momento del laminado mínimo reglamentario será:

$$M_s = r_s \cdot K_s \cdot r_1^2 \cdot h \cdot E^2 \text{ (N} \cdot \text{m/m)}$$

$$K_s = u_1 \cdot n \cdot r_c$$

- $u_1 = 1 \Rightarrow$  Por ser el caso más desfavorable.
- $l = 1,56 \text{ m}$ , los longitudinales se apoyan sobre las bulárcamas.
- $E = 0,52 \text{ m}$ , clara entre cuadernas.
- $n = 1 - 3(0,18/0,52) \cdot (1 - 0,18/0,52) = 0,32$
- $f = 0,01 \cdot E = 0,01 \cdot 0,52 = 5,2 \times 10^{-3} \text{ m}$
- $r_c = 1 - f/E = 1 - 5,2 \times 10^{-3}/0,52 = 0,99$
- $r_s \equiv 5.200$  en la parte central del barco y 4.700 en los extremos. Para este caso tomaremos 5.200 que se adoptará para todo el forro de la cubierta de la embarcación, ya que no se reducirá el laminado en los extremos adoptando el mismo laminado la toda la eslora.
- $h = 0,9 \cdot d_0$  en la parte central del barco y  $h = 1,35 \cdot d_0$  en los extremos. Siendo  $d_0 = 1$ , para embarcaciones con  $L \leq 50 \text{ m}$ .

Como vamos a adoptar el mismo laminado a lo largo de toda la eslora el caso de carga que estudiaremos será el más restrictivo, es decir para  $h = 1,35 \cdot d_0 = 1,35 \text{ m}$ .

$$K_s = 1 \cdot 0,32 \cdot 0,99 = 0,317$$

$$M_s = 5.200 \cdot 0,317 \cdot 1 \cdot 1,35 \cdot 0,52^2 = 601,73 \text{ N} \cdot \text{m/m}$$

El espesor del núcleo de madera de balsa no será menor que:

$$t_a = 16 \cdot E \cdot h/p$$

Donde p es la carga de cortadura que se supondrá de  $1,8 \text{ N/mm}^2$ .

$$t_a = 16 \cdot 0,52 \cdot \frac{1,35}{1,8} = 6,24 \text{ mm}$$

Luego el laminado sándwich de la cubierta estará compuesto por 2 laminados iguales formados por 2 capas de mat  $450 \text{ g/m}^2$  y 1 de tejido  $800 \text{ g/m}^2$  cada uno y separados por un núcleo de madera de balsa de 10mm.

Tomaremos los mismos valores del módulo de Young utilizados anteriormente para el mat y para el tejido, y para la madera de balsa tomaremos un valor medio de  $1100 \text{ N/mm}^2$ .

Capa	$E_i \times 10^3$	$S_i \times 10^3$	$Z_i$	$(E_i \cdot S_i) \times 10^6$	$(E_i \cdot S_i \cdot Z_i) \times 10^6$	$(S_i \cdot Z_i^2) \times 10^3$	$(t_i^3/12) \times 10^3$	$I \times 10^3$
1	7,5	1,14	0,57	8,55	4,87	0,37	0,12	0,49
2	10,5	1,06	1,67	11,13	18,59	2,96	0,10	3,06
3	7,5	1,14	2,77	8,55	23,68	8,75	0,12	8,87
4	1,1	10	8,34	11	91,74	695,56	83,33	778,89
5	7,5	1,14	13,91	8,55	118,93	220,58	0,12	220,70
6	10,5	1,06	15,01	11,13	167,06	238,82	0,10	238,92
7	7,5	1,14	16,11	8,55	137,74	295,87	0,12	295,99
				<b>58,91</b>	<b>424,88</b>	<b>1250,93</b>		

**Tabla 5. Cálculo del módulo del laminado de la cubierta**

El eje neutro estará situado a:

$$z = \frac{\sum E_i \cdot S_i \cdot Z_i}{\sum E_i \cdot S_i} = \frac{424,88}{58,91} = 7,21 \text{ mm}$$

Luego el módulo resistente para un metro del laminado estudiado será:

$$W = \frac{\sum I}{z} = 1250,93 \times 10^3 / 7,21 = 173.499,3 \text{ mm}^3$$

Suponiendo un valor de la tensión a flexión, para el laminado propuesto (este valor se debería obtener de ensayos) de  $120 \text{ N/mm}^2$ .

El momento del laminado propuesto es:

$$M = \sigma \cdot W = 120 \cdot 173499,3 = 20.819,9 \text{ N} \cdot \text{m} > 601,73 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Que es superior al momento mínimo que marca la Sociedad de Clasificación.

### 6.3. Estructura del fondo y costado

#### 6.3.1. Cargas de diseño

La carga de diseño Reglamentarias se obtiene de la siguiente tabla.

	Centro	Extremos
Fondo	$h_f = 0,75 \cdot C + 0,325 \cdot T \Rightarrow T \geq 0,53 \cdot C$ $h_f = 1,75 \cdot T \Rightarrow T < 0,53 \cdot C$ <p>Sin ser menor que <math>d_0</math></p>	$h_f = 1,75 \cdot T$ <p>Sin ser menor que <math>1,5 \cdot d_0</math></p>
Costado	$h_m = h_f - 0,9 \cdot z$ <p>Sin ser menor de <math>d_0</math></p>	$h_m = h_f - 0,9 \cdot z$ <p>Sin ser menor de <math>1,5 \cdot d_0</math></p>

**Tabla 6. Alturas equivalentes de las cargas de diseño**

$z \equiv$  Distancia vertical en m, desde la quilla hasta el punto situado a la mitad del refuerzo.

#### 6.3.2. Longitudinales

##### 6.3.2.1. Fondo

Para calcular la altura correspondiente a las cargas de diseños utilizamos la expresión de la tabla 6, correspondiente a la parte central de la embarcación:

$$T \geq 0,53 \cdot C \Rightarrow T = 1,200 > 0,53 \cdot 1,467 = 0,778$$

$$h_f = 0,75 \cdot C + 0,325 \cdot T = 0,75 \cdot 1,467 + 0,325 \cdot 1,200 = 1,491 \text{ m}$$

El momento de los longitudinales del fondo no será menor que:

$$M_r = r_r \cdot e \cdot h \cdot E \cdot l^2 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

Donde:

- $e = 1$  (ya que se considera que el refuerzo está fijo en sus dos extremos).

- $r_r = 6200 \cdot e = 6200$
- $h \equiv$  Altura de la carga de diseño, 1,491 m.
- $E \equiv$  Clara entre refuerzos, en este caso la clara entre los longitudinales del fondo es 0,70 m.
- $l \equiv$  Longitud del refuerzo, 1,56 m (clara entre bulárcamas)

$$M_r = 6.200 \cdot 1 \cdot 1,491 \cdot 0,70 \cdot 1,56^2 = 15.747,7 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

Se ha seleccionado un perfil tipo omega, con las siguientes dimensiones:

- $b = 140 \text{ mm}$
- $c = 120 \text{ mm}$
- $h = 100 \text{ mm}$
- $t_1 = t = 6,68 \text{ mm}$  (4 capas de mat de  $450 \text{ g/m}^2$  + 2 capas de tejido  $800 \text{ g/m}^2$ )
- $h/t = 100/6,68 = 14,9 < 25$
- $w \equiv$  Será el menor de los siguientes valores.

$$w = s \text{ mm}$$

$$w = 0,2 \cdot s + b$$

Siendo “s”, la distancia entre refuerzos:

$$w = 0,2 \cdot 0,70 + 0,14 = 280 \text{ mm}$$

$t_3 = 9,9 \text{ mm}$ , espesor del laminado del fondo.

Para simplificar el cálculo, hemos calculado el módulo resistente y el momento de inercia del refuerzo como si fuera sección cuadrada.

Supondremos un valor de  $E = 10000 \text{ N/mm}^2$ , para el laminado del alma y de la cabeza del refuerzo y un valor de  $1100 \text{ N/mm}^2$ , para el laminado del fondo. (Estos valores deben obtenerse de los ensayos marcados por la Sociedad de Clasificación).

$t \text{ (cm)}$	$E_i \cdot 10^3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$L \text{ (cm)}$	$S_i$	$Z_i$	$E_i \cdot S_i$	$E_i \cdot S_i \cdot Z_i$	$S_i \cdot Z_i^2$	$I_i$	$I \text{ (cm}^4\text{)}$
0,668	10	12	8,02	11,32	80,16	907,41	1027,19	0,30	1027,49
0,668	10	10	6,68	5,99	66,80	400,13	239,68	55,67	295,35
0,668	10	10	6,68	5,99	66,80	400,13	239,68	55,67	295,35
0,99	11	28	27,72	0,50	304,92	150,94	6,79	2,26	9,06
					<b>518,68</b>	<b>1858,61</b>			<b>1627,24</b>

**Tabla 7. Cálculo del módulo de los longitudinales de fondo**

$$z = \frac{\sum E_i \cdot S_i \cdot Z_i}{\sum E_i \cdot S_i} = \frac{1858,61}{518,68} = 3,58 \text{ cm}$$

Luego el módulo resistente del laminado del refuerzo estudiado será (eligiendo la  $z_{\text{máx}} = 11,66 - 3,58 = 8,08 \text{ cm}$ ):

$$W = \frac{\sum I}{z} = 1627,24 / 8,08 = 201,39 \text{ cm}^3$$

Suponiendo un valor de la  $\sigma = 120 \text{ N/mm}^2$ .

El momento del laminado del refuerzo propuesto es:

$$M = \sigma \cdot W = 120 \cdot 201,39 = 24.166,9 \text{ N} \cdot \text{m} > 15.747,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Para simplificar el proceso constructivo se colocarán los mismos longitudinales en el costado que en el fondo.

A continuación vamos a comprobar que los refuerzos propuestos cumplen para las cargas de diseño de los extremos.

$$h_f = 1,75 \cdot T = 1,75 \cdot 1,200 = 2,097 \text{ m}$$

$$M_r = 6.200 \cdot 1 \cdot 2,097 \cdot 0,70 \cdot 1,56^2 = 22.148,1 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

Como el momento de los longitudinales propuesto es mayor que el mínimo requerido por el reglamento, no necesitamos corregirlo para las zonas de popa y proa.

### 6.3.2.2. Costado

Para calcular la altura correspondiente a las cargas de diseños utilizamos la expresión de la tabla 6, correspondiente a la parte central-costado de la embarcación:

$$h_m = h_f - 0,9 \cdot z$$

$z \equiv$  Distancia vertical en m, desde la quilla hasta el punto situado a la mitad del refuerzo, 0,978 m.

$$h_m = 2,097 - 0,9 \cdot 0,978 = 1,217 \text{ m}$$

$$M_r = 6.200 \cdot 1 \cdot 1,217 \cdot 0,70 \cdot 1,56^2 = 12.853,7 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

Se utilizará el mismo longitudinal que los del fondo, con las mismas dimensiones y en este caso el valor del espesor del laminado en la zona del costado es de  $t_3 = 7,74 \text{ mm}$

$t \text{ (cm)}$	$E_i \cdot 10^3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$L \text{ (cm)}$	$S_i$	$Z_i$	$E_i \cdot S_i$	$E_i \cdot S_i \cdot Z_i$	$S_i \cdot Z_i^2$	$I_i$	$I \text{ (cm}^4\text{)}$
0,668	10	12	8,02	11,11	80,16	890,42	989,08	0,30	989,37
0,668	10	10	6,68	5,77	66,80	385,70	222,71	55,67	278,37
0,668	10	10	6,68	5,77	66,80	385,70	222,71	55,67	278,37
0,774	11	28	21,67	0,39	238,39	92,26	3,25	1,08	4,33
					<b>452,15</b>	<b>1754,08</b>			<b>1550,44</b>

**Tabla 8. Cálculo del módulo de los longitudinales de costado**

$$z = \frac{\sum E_i \cdot S_i \cdot Z_i}{\sum E_i \cdot S_i} = \frac{1754,08}{452,15} = 3,88 \text{ cm}$$

Luego el módulo resistente del laminado del refuerzo estudiado será (eligiendo la  $z_{m\acute{a}x} = 11,44 - 3,88 = 7,56 \text{ cm}$ ):

$$W = \frac{\sum I}{z} = 1550,44 / 7,56 = 205,08 \text{ cm}^3$$

Suponiendo un valor de la  $\sigma = 120 \text{ N/mm}^2$ .

El momento del laminado del refuerzo propuesto es:

$$M = \sigma \cdot W = 120 \cdot 205,08 = 24.610,15 \text{ N} \cdot \text{m} > 12.853,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

### 6.3.3. Bulárcamas

Para calcular la altura correspondiente a las cargas de diseños utilizamos la expresión de la tabla 6.

$$T \geq 0,53 \cdot C \Rightarrow T = 1,200 > 0,53 \cdot 1,467 = 0,78$$

$$h_f = 0,75 \cdot C + 0,325 \cdot T = 0,75 \cdot 1,467 + 0,325 \cdot 1,200 = 1,490 \text{ m}$$

El momento de las bulárcamas del fondo no será menor que:

$$M_r = r_r \cdot e \cdot h \cdot E \cdot l^2 \quad (N \cdot m)$$

Donde:

- $e = 1,5$
- $r_r = 3100 \cdot e = 4.650$
- $h \equiv$  Altura de la carga de diseño, 1,490m.
- $E = 1,56 \text{ m}$ , clara entre bulárcamas.
- $l = 0,9 \text{ m}$

$$M_r = 4.650 \cdot 1,5 \cdot 1,490 \cdot 1,56 \cdot 0,9^2 = 13.132,3 \quad (N \cdot m)$$

Se ha seleccionado un refuerzo tipo omega de las mismas dimensiones que para los longitudinales, para facilitar, entre otras cosas, la unión entre las bulárcamas y los longitudinales.

- $b = 140 \text{ mm}$
- $c = 120 \text{ mm}$
- $h = 100 \text{ mm}$
- $t_1 = t = 6,68 \text{ mm}$  (4 capas de mat de  $450 \text{ g/m}^2$  + 2 capas de tejido  $800 \text{ g/m}^2$ )
- $h/t = 100/6,68 = 14,9 < 25$
- $w = 452 \text{ mm}$ .
- $t_3 = 9,9 \text{ mm}$ , espesor del laminado (se ha considerado este valor para toda la bulárcama).



Calculando el módulo resistente, siguiendo en el procedimiento anterior:

$t \text{ (cm)}$	$E_i \times 10^3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$L \text{ (cm)}$	$S_i$	$Z_i$	$E_i \cdot S_i$	$E_i \cdot S_i \cdot Z_i$	$S_i \cdot Z_i^2$	$I_i$	$I \text{ (cm}^4\text{)}$
0,668	10	12,0	8,02	10,32	80,16	827,25	853,72	0,30	854,02
0,668	10	10,0	6,68	5,49	66,80	366,73	201,34	55,67	257,00
0,668	10	10,0	6,68	5,49	66,80	366,73	201,34	55,67	257,00
0,99	11	45,2	45,05	0,50	495,50	245,27	11,04	3,68	14,72
					<b>709,26</b>	<b>1805,99</b>			<b>1382,74</b>

**Tabla 9. Cálculo del módulo de las bulárcamas**

$$z = \frac{\sum E_i \cdot S_i \cdot Z_i}{\sum E_i \cdot S_i} = \frac{1805,99}{709,26} = 2,55 \text{ cm}$$

Luego el módulo resistente del laminado del refuerzo estudiado será (eligiendo la  $z_{máx} = 11,66 - 2,55 = 9,11 \text{ cm}$ ):

$$W = \frac{\sum I}{z} = 1382,74 / 9,11 = 151,8 \text{ cm}^3$$

Suponiendo un valor de la  $\sigma = 120 \text{ N/mm}^2$ .

El momento del laminado del refuerzo propuesto es:

$$M = \sigma \cdot W = 120 \cdot 151,8 = 18.213,9 \text{ N} \cdot \text{m} > 13.132,3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

A continuación vamos a comprobar que los refuerzos propuestos cumplen para las cargas de diseño de los extremos.

$$h_f = 1,75 \cdot T = 1,75 \cdot 1,200 = 2,097 \text{ m}$$

$$M_r = 4.650 \cdot 1,5 \cdot 2,097 \cdot 1,56 \cdot 0,9^2 = 18.184,3 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

EL momento del laminado del refuerzo propuesto es superior al mínimo que marca la Sociedad de Clasificación en la zona de los extremos.

Para facilitar el proceso constructivo, las bulárcamas del costado serán las mismas que las del fondo. Luego las bulárcamas llegarán hasta la cubierta y los dos extremos de las bulárcamas se unirán para formar las varengas.

#### 6.3.4. Cuadernas

---

Las cargas de diseños, las calculamos con la expresión de la tabla 6.

$$T \geq 0,53 \cdot C \Rightarrow T = 1,200 > 0,53 \cdot 1,467 = 0,78$$

$$h_f = 0,75 \cdot C + 0,325 \cdot T = 0,75 \cdot 1,467 + 0,325 \cdot 1,200 = 1,490 \text{ m}$$

El momento de las cuadernas del fondo no será menor que:

$$M_r = r_r \cdot e \cdot h \cdot E \cdot l^2 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

Donde:

- $e = 1,5$
- $r_r = 3100 \cdot e = 4.650$
- $h \equiv$  Altura de la carga de diseño, 1,490 m.
- $E = 0,52 \text{ m}$ , clara entre cuadernas.
- $l = 0,9 \text{ m}$

$$M_r = 4.650 \cdot 1,5 \cdot 1,490 \cdot 0,52 \cdot 0,9^2 = 4.377,4 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

Se ha seleccionado un refuerzo tipo omega de las siguientes dimensiones:

- $b = 60 \text{ mm}$
  - $c = 60 \text{ mm}$
  - $h = 60 \text{ mm}$
  - $t_1 = t = 6,68 \text{ mm}$  (4 capas de mat de  $450 \text{ g/m}^2$  + 2 capas de tejido  $800 \text{ g/m}^2$ )
  - $h/t = 60/6,68 = 8,98 < 25$
  - $w = 240 \text{ mm}$  ( $w = 0,2 \cdot 0,9 + 0,06 = 240 \text{ mm}$ )
- $t_3 = 9,9 \text{ mm}$ , espesor del laminado (se ha considerado este valor para toda la cuaderna).

Calculando el módulo resistente, siguiendo en el procedimiento de los casos anteriores:

$t \text{ (cm)}$	$E_i \cdot 10^3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$L \text{ (cm)}$	$S_i$	$Z_i$	$E_i \cdot S_i$	$E_i \cdot S_i \cdot Z_i$	$S_i \cdot Z_i^2$	$I_i$	$I \text{ (cm}^4\text{)}$
0,668	10	6	4,01	4,01	40,08	293,55	214,99	0,15	215,14
0,668	10	6	4,01	4,01	40,08	159,92	63,81	12,02	75,83
0,668	10	6	4,01	4,01	40,08	159,92	63,81	12,02	75,83
0,99	11	24	23,76	23,76	261,36	129,37	5,82	1,94	7,76
					<b>381,60</b>	<b>742,76</b>			<b>374,57</b>

**Tabla 10. Cálculo del módulo de las cuaternas**

$$z = \frac{\sum E_i \cdot S_i \cdot Z_i}{\sum E_i \cdot S_i} = \frac{742,76}{381,6} = 1,95 \text{ cm}$$

Luego el módulo resistente del laminado del refuerzo estudiado será ( eligiendo la  $z_{m\acute{a}x} = 7,66 - 1,95 = 5,71 \text{ cm}$  ):

$$W = \frac{\sum I}{z} = 374,57 / 5,71 = 65,6 \text{ cm}^3$$

Suponiendo un valor de la  $\sigma = 120 \text{ N/mm}^2$ .

El momento del laminado del refuerzo propuesto es:

$$M = \sigma \cdot W = 120 \cdot 65,6 = 7.871,9 \text{ N} \cdot \text{m} > 4.377,4 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Del mismo modo que en los casos anteriores, comprobamos que los refuerzos propuestos cumplen para las cargas de diseño de los extremos.

$$h_f = 1,75 \cdot T = 1,75 \cdot 1,200 = 2,097 \text{ m}$$

$$M_r = 4.650 \cdot 1,5 \cdot 2,097 \cdot 0,52 \cdot 0,9^2 = 6.160,7 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

Luego el momento del laminado del refuerzo propuesto es superior al mínimo que marca la Sociedad de Clasificación en la zona de los extremos.

Igual que en el caso de las bulárcamas, para facilitar el proceso constructivo, las cuadernas del costado serán las mismas que las del fondo. Luego las cuadernas llegarán hasta la cubierta y los dos extremos de las cuadernas se unirán para formar las varengas.

## 6.4. Estructura de la cubierta

---

### 6.4.1. Baos

---

Las alturas correspondientes a las cargas de diseño, las obtenemos con las siguientes expresiones:

$$h = 0,9 \cdot d_0 \text{ en la parte central del barco y } h = 1,35 \cdot d_0 \text{ en los extremos.}$$

Siendo  $d_0 = 1$ , para embarcaciones con  $L \leq 50 \text{ m}$ .

Igual que hicimos cuando estudiamos el laminado de la cubierta, utilizaremos el mismo tipo de bao a lo largo de toda la cubierta, por lo que el caso de carga que estudiaremos será el más restrictivo, es decir para  $h = 1,35 \cdot d_0 = 1,35 \text{ m}$ .

#### 6.4.1.1. Baos de las bulárcamas

---

El momento de los baos reforzados no será menor que:

$$M_r = r_r \cdot e \cdot h \cdot E \cdot l^2 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

Donde:

- $e = 1$ , ya que los baos estarán fijos en los extremos.
- $r_r = 4.100 \cdot e = 4.100$
- $h \equiv$  Altura de la carga de diseño,  $1,35 \text{ m}$ .
- $E = 1,56 \text{ m}$ , clara entre baos.
- $l = 1,5 \text{ m}$  longitud del bao.

$$M_r = 4.100 \cdot 1 \cdot 1,35 \cdot 1,56 \cdot 1,5^2 = 19.427,85 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

Se ha seleccionado un refuerzo tipo omega de las siguientes dimensiones:

- $b = 170 \text{ mm}$
- $c = 150 \text{ mm}$

- $h = 100 \text{ mm}$
- $t_1 = t = 6,68 \text{ mm}$  (4 capas de mat de  $450 \text{ g/m}^2$  + 2 capas de tejido  $800 \text{ g/m}^2$ )
- $h/t = 100/6,68 = 14,9 < 25$
- $w = 482 \text{ mm}$  ( $w = 0,2 \cdot 1,56 + 0,170 = 482 \text{ mm}$ )
- $t_3 = 3,34 \text{ mm}$ , espesor del laminado de la cubierta.

Calculando el módulo resistente, siguiendo en el procedimiento de los casos anteriores:

$t \text{ (cm)}$	$E_i \times 10^3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$L \text{ (cm)}$	$S_i$	$Z_i$	$E_i \cdot S_i$	$E_i \cdot S_i \cdot Z_i$	$S_i \cdot Z_i^2$	$I_i$	$I \text{ (cm}^4\text{)}$
0,668	10	15,0	10,02	10,668	100,20	1068,93	1140,34	0,37	1140,71
0,668	10	10,0	6,68	5,334	66,80	356,31	190,06	55,67	245,72
0,668	10	10,0	6,68	5,334	66,80	356,31	190,06	55,67	245,72
0,334	11	48,2	16,10	0,17	177,09	29,57	0,45	0,15	0,60
					<b>410,89</b>	<b>1811,13</b>			<b>1632,76</b>

**Tabla 11. Cálculo del módulo de los baos reforzados**

$$z = \frac{\sum E_i \cdot S_i \cdot Z_i}{\sum E_i \cdot S_i} = \frac{1.811,13}{410,89} = 4,41 \text{ cm}$$

Luego el módulo resistente del laminado del refuerzo estudiado será (eligiendo la  $z_{m\acute{a}x} = 11,002 - 4,41 = 6,59 \text{ cm}$ ):

$$W = \frac{\sum I}{z} = 1632,76/6,59 = 247,76 \text{ cm}^3$$

Suponiendo un valor de la  $\sigma = 120 \text{ N/mm}^2$ .

El momento del laminado del refuerzo propuesto es:

$$M = \sigma \cdot W = 120 \cdot 247,76 = 29.731,59 \text{ N} \cdot \text{m} > 19.427,85 \text{ N} \cdot \text{m}$$

#### 6.4.1.2. Baos de las cuadernas

El momento de los baos reforzados no será menor que:

$$M_r = r_r \cdot e \cdot h \cdot E \cdot l^2 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

Donde:

- $e = 1$ , ya que los baos estarán fijos en los extremos.
- $r_r = 4.100 \cdot e = 4.100$
- $h \equiv$  Altura de la carga de diseño, 1,35 m.
- $E = 0,52$ , clara entre cuadernas.
- $l = 1,5 \text{ m}$  longitud del bao.

$$M_r = 4.100 \cdot 1 \cdot 1,35 \cdot 0,52 \cdot 1,5^2 = 6.476,1 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

Se ha seleccionado un refuerzo de sección cuadrada, de las siguientes dimensiones:

- $b = 60 \text{ mm}$
- $c = 60 \text{ mm}$
- $h = 60 \text{ mm}$
- $t_1 = t = 6,68 \text{ mm}$  (4 capas de mat de  $450 \text{ g/m}^2$  + 2 capas de tejido  $800 \text{ g/m}^2$ )
- $h/t = 60/6,68 = 8,98 < 25$
- $w = 164 \text{ mm}$  ( $w = 0,2 \cdot 0,52 + 0,06 = 164 \text{ mm}$ )
- $t_3 = 3,34 \text{ mm}$ , espesor del laminado de la cubierta.

Calculando el módulo resistente, siguiendo en el procedimiento de los casos anteriores:

$t \text{ (cm)}$	$E_i \cdot 10^3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$L \text{ (cm)}$	$S_i$	$Z_i$	$E_i \cdot S_i$	$E_i \cdot S_i \cdot Z_i$	$S_i \cdot Z_i^2$	$I_i$	$I \text{ (cm}^4\text{)}$
0,668	10	6,0	4,01	6,668	40,08	267,25	178,20	0,15	178,35
0,668	10	6,0	4,01	3,334	40,08	133,63	44,55	12,02	56,58
0,668	10	6,0	4,01	3,334	40,08	133,63	44,55	12,02	56,58
0,334	11	16,4	5,48	0,17	60,25	10,06	0,15	0,05	0,20
					<b>180,49</b>	<b>544,57</b>			<b>291,71</b>

**Tabla 12. Cálculo del módulo de los baos de cuadernas**

$$z = \frac{\sum E_i \cdot S_i \cdot Z_i}{\sum E_i \cdot S_i} = \frac{544,57}{180,49} = 3,02 \text{ cm}$$

Luego el módulo resistente del laminado del refuerzo estudiado será (eligiendo la  $z_{máx} = 7,002 - 3,02 = 3,98 \text{ cm}$ ):

$$W = \Sigma I / z = 291,71 / 3,98 = 73,3 \text{ cm}^3$$

Suponiendo un valor de la  $\sigma = 120 \text{ N/mm}^2$ .

El momento del laminado del refuerzo propuesto es:

$$M = \sigma \cdot W = 120 \cdot 73,3 = 8.795,3 \text{ N} \cdot \text{m} > 6.476,1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

#### 6.4.2. Esloras

---

Para el cálculo de las esloras, se utiliza la misma expresión para obtener la altura equivalente a las cargas de diseño. Es decir para  $h = 1,35 \cdot d_0 = 1,35 \text{ m}$ .

El momento de las esloras no será menor que:

$$M_r = r_r \cdot e \cdot h \cdot E \cdot l^2 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

Donde:

- $e = 1$ , ya que las esloras estarán fijas en los extremos.
- $r_r = 6.200 \cdot e = 6.200$
- $h \equiv$  Altura de la carga de diseño,  $1,35 \text{ m}$ .
- $E = 1,56 \text{ m}$ , clara entre baos reforzados.
- $l = 1,5 \text{ m}$

$$M_r = 6.200 \cdot 1 \cdot 1,35 \cdot 1,56 \cdot 1,5^2 = 29.378,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Se ha seleccionado el mismo tipo refuerzo que para los baos reforzados, cuyo momento es  $29.731,59 \text{ N} \cdot \text{m}$ , mayor que el mínimo que marca la Sociedad de Clasificación.



## 6.5. Mamparos

Para la altura correspondiente a las cargas de diseño se tomará el siguiente valor:

$$h = d_0$$

- $d_0 = 1$ , para embarcaciones con  $L \leq 50 \text{ m}$ .
- $d_0 = 0,02 \cdot L$ , para embarcaciones con  $L > 50 \text{ m}$

El laminado sándwich de los mamparos estará compuesto por 2 laminados iguales formados por 2 capas de mat  $450 \text{ g/m}^2$  y 1 de tejido  $800 \text{ g/m}^2$  cada uno y separados por un núcleo de madera de balsa de 10mm (según se hizo para el laminado de la cubierta)

El momento del laminado mínimo reglamentario será:

$$M_s = r_s \cdot K_s \cdot r_1^2 \cdot h \cdot E^2 \text{ (N} \cdot \text{m/m)}$$

$$K_s = u_1 \cdot n \cdot r_c$$

- $u_1 = 1 \Rightarrow$  Por ser el caso más desfavorable.
- $l = 1,56 \text{ m}$ .
- $E = 0,52 \text{ m}$ .
- $n = 1 - 3(0,18/0,52) \cdot (1 - 0,18/0,52) = 0,32$
- $f = 0,01 \cdot E = 0,01 \cdot 0,52 = 5,2 \times 10^{-3} \text{ m}$
- $r_c = 1 - f/E = 1 - 5,2 \times 10^{-3}/0,52 = 0,99$
- $r_s \equiv 5.200$  en la parte central del barco.

$$K_s = 1 \cdot 0,32 \cdot 0,99 = 0,317$$

$$M_s = 5.200 \cdot 0,317 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,52^2 = 445,7 \text{ N} \cdot \text{m/m}$$

El momento del laminado propuesto es  $20.819,9 \text{ N} \cdot \text{m}$  (calculado anteriormente) mayor que el mínimo que marca la Sociedad de Clasificación.

Los mamparos se extenderán hasta la cubierta y se reforzaran en las zonas de paso de las esloras.

## 6.6. Superestructura

---

Para buques menores de 24 m de eslora, la altura equivalente a la carga de diseño, para todos los paneles es:

$$h = 2 \cdot (0,5 + 0,04 \cdot L) \text{ m}$$
$$h = 2 \cdot (0,5 + 0,04 \cdot 10,526) = 1,84 \text{ m}$$

El momento mínimo reglamentario para la superestructura, lo obtenemos utilizando el mismo procedimiento que para el caso de los mamparos:

$$M_s = 5.200 \cdot 0,317 \cdot 1 \cdot 1,84 \cdot 0,52^2 = 820,1 \text{ N} \cdot \text{m/m}$$

El espesor del laminado de la superestructura, se conseguirá a base de superponer 4 capas de mat de  $450 \text{ g/m}^2$  y 3 de tejido de  $800 \text{ g/m}^2$ .

Espesor de una capa de mat  $450 \text{ g/m}^2$ , teniendo en cuenta que el contenido en peso de mat está entre 0,25 y 0,35 (tomando valor medio 0,30), será de 1,14mm.

Espesor de una capa de tejido  $800 \text{ g/m}^2$ , teniendo en cuenta que su contenido en peso está entre 0,4 y 0,6 (tomando valor medio 0,5), será 1,06 mm.

Luego el espesor total del laminado será:

$$t = 4 \cdot 1,14 + 3 \cdot 1,06 = 7,74 \text{ mm}$$

El momento del laminado propuesto es (calculado para el caso del forro de los costados):

$$M = \sigma \cdot W = 120 \cdot 39937,9 = 4.792,5 \text{ N} \cdot \text{m} > 820,1 \text{ N} \cdot \text{m}$$



## 7. Bibliografía

---

- [1] “ CONSTRUCCIÓN DE BUQUES DE PESCA EN POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDREO”. Autor: Jorge Tegedor Del Valle. 2001.
- [2] Reglamento Bureau Veritas. <http://www.veristar.com>



## 8. Anexo I. Cuaderna Maestra

---



# “Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”

---

## Cuaderno Nº 11

### Pesos y centros de gravedad del buque en rosca

#### ***Alumnos:***

*Daniel Leante Darricau*  
*Laura Alba García Marugán*

#### ***Tutores:***

*José Fernando Núñez Básañez*  
*David Gutiérrez Díaz*

#### ***Cotutores en la universidad de acogida (ESPOL):***

*Cristóbal Mariscal*  
*Bolivar Vaca*

## ÍNDICE

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Peso de la estructura</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Cálculo de densidades</b>	<b>4</b>
2.1.1. Forro	5
2.1.2. Cubierta	6
2.1.3. Estructura del fondo y los costados	6
2.1.4. Estructura de cubierta	7
2.1.5. Mamparos	8
2.1.6. Superestructura	8
<b>2.2. Cálculo de pesos y centros de gravedad de los elementos</b>	<b>8</b>
2.2.1. Forro	8
2.2.2. Cubierta	9
2.2.3. Estructura del fondo y los costados	9
2.2.4. Estructura de cubierta	9
2.2.5. Mamparos	9
2.2.6. Superestructura	9
<b>2.3. Tabla resumen</b>	<b>10</b>
<b>3. Peso del equipo y de la habilitación</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Peso del equipo de gobierno</b>	<b>12</b>
<b>3.2. Peso del equipo de salvamento</b>	<b>12</b>
<b>3.3. Peso del equipo contra incendios</b>	<b>13</b>
<b>3.4. Peso del equipo de fondeo y amarre</b>	<b>13</b>
<b>3.5. Peso de la instalación eléctrica</b>	<b>13</b>
<b>3.6. Peso del equipo de navegación</b>	<b>14</b>
<b>3.7. Peso de la habilitación</b>	<b>14</b>

3.7.1.	Peso del baño	14
3.7.2.	Peso de la cocina	14
3.7.3.	Peso del camarote	14
3.8.	Tabla resumen	15
4.	Peso de la propulsión	17
4.1.	Peso de la hélice y línea de ejes	17
4.2.	Peso del motor y la reductora	17
4.3.	Otros	17
4.4.	Tabla resumen	18
5.	Peso en rosca y centro de gravedad	19
6.	Distribución de pesos	20

## TABLAS

Tabla 1. Resumen de pesos y centro de gravedad de la estructura	11
Tabla 2. Resumen de los pesos y c.d.g. de los equipos y habilitación de la embarcación	16
Tabla 3. Resumen de pesos y c.d.g. de la propulsión	18
Tabla 4. Resumen de pesos y centro de gravedad de la embarcación	19
Tabla 5. Posición del c.d.g. de la embarcación	19



## 1. Introducción

---

El objetivo de este documento es calcular el peso en rosca de la embarcación, y su centro de gravedad.

Para ello se separan los pesos en los siguientes grupos:

- Peso de la estructura.
- Peso del equipo y de la habilitación.
- Peso de la maquinaria.

El sistema de referencia que se ha utilizado a lo largo de todo el documento es el siguiente:

- El origen de coordenadas es el punto bajo de la quilla, situado en el plano de crujía y en la perpendicular de popa.
- Se tomarán valores positivos, aquellos que vayan de popa a proa, babor a estribor y de abajo a arriba.

## 2. Peso de la estructura

---

Para el cálculo del peso y centro de gravedad de la estructura se partirá de las características de la estructura calculada, procediendo primero a calcular la densidad superficial de cada laminado y densidad lineal de cada elemento estructural, para posteriormente calcular sus áreas y longitudes, y situándolos en la embarcación poder calcular su peso y centro de gravedad.

Se ha tratado con este método de ser lo más fiel posible a la estructura real de la embarcación, siendo conscientes de las limitaciones en el cálculo exacto del peso y el centro de gravedad, y su importancia, considerando finalmente un margen de seguridad del 5%.

## 2.1. Cálculo de densidades

---

Para el cálculo de los pesos de cada elemento es necesario primero conocer los pesos de los laminados, esto se hace por medio del cálculo de la densidad superficial de cada laminado utilizado en la construcción de la embarcación.

Este cálculo se realiza conociendo el número y tipo de cada capa de fibra de vidrio del laminado, y el porcentaje en peso que esta supone por capa.

Para el peso de los refuerzos, se obtiene la densidad lineal de cada refuerzo para, posteriormente, poder realizar los cálculos del peso y centro de gravedad.

Para el laminado, la densidad superficial de cada capa se obtiene dividiendo el gramaje de la fibra de vidrio por el porcentaje en peso que esta supone para la capa, y sumando obtenemos la densidad superficial del laminado:

$$P_l = \sum_i \frac{\text{Gramaje}_i}{\text{Porcentaje}_i}$$

Además, a este peso, calculado a partir del laminado estructural, hay que sumarle el peso del gelcoat, el topcoat y la primera capa de protección.

De esta manera, queda:

$$P_{Tl} = P_{le} + P_{gel} + P_{top} + P_{1^{ac}}$$

Conseguimos así el peso del laminado completo.

Se obtienen en este apartado las densidades superficiales, a partir de las cuales, y con la superficie, poder calcular el peso de la embarcación.

Para el cálculo de la densidad lineal de cada refuerzo se parte del cálculo de las densidades anteriores. Obteniendo el perímetro de cada perfil y multiplicando por la densidad superficial de cada laminado, así tenemos la densidad lineal, que sumada a la densidad lineal del núcleo de los refuerzos resulta en la densidad lineal del refuerzo completo.

### 2.1.1. Forro

---

En el caso del fondo y el pantoque, está compuesto por 5 capas de mat de  $450 \text{ g/m}^2$  y 4 capas de tejido de  $800 \text{ g/m}^2$ , teniendo el primero un porcentaje de fibra en peso de 0,3 y la segunda de 0,5.

De esta manera tenemos:

$$P_l = \frac{5 \cdot 450}{0,3} + \frac{4 \cdot 800}{0,5} = 13900 \text{ g/m}^2$$

Considerando un espesor de las capas de gelcoat y topcoat de 0,5 mm, tenemos una densidad superficial de  $600 \text{ g/m}^2$  cada una, y con un peso de la capa primaria de  $625 \text{ g/m}^2$ , finalmente queda:

$$P_{Tl} = 13,9 + 2 \cdot 0,6 + 0,625 = 15,725 \text{ kg/m}^2$$

Finalmente veamos el porcentaje de fibra del laminado completo. Siendo densidad superficial del laminado estructural de fibra de vidrio es de:

$$P_{fv} = 5 \cdot 450 + 4 \cdot 800 = 5450 \text{ g/m}^2$$

Con lo que el porcentaje de fibra para la parte estructural del laminado es del 39%.

El costado consta de 4 capas de mat de  $450 \text{ g/m}^2$  y 3 de tejido de  $800 \text{ g/m}^2$ , con los mismos porcentajes en fibra que en el laminado anterior, con lo que la densidad superficial para esta zona es de:

$$P_l = \frac{4 \cdot 450}{0,3} + \frac{3 \cdot 800}{0,5} = 10800 \text{ g/m}^2$$

Más las capas de gelcoat, topcoat y la primera capa de protección:

$$P_{Tl} = 10,8 + 2 \cdot 0,6 + 0,625 = 12,625 \text{ kg/m}^2$$

Y finalmente el porcentaje en fibra del laminado estructural queda 38,9%.

### 2.1.2. Cubierta

---

La cubierta de la embarcación se construirá en laminado sándwich, por lo que a los cálculos anteriores hay que añadirle el peso del núcleo, en este caso de madera de balsa, y multiplicar el peso del laminado por dos.

Siendo el peso específico de la madera de balsa de  $0,1 \text{ g/cm}^3$ , y el espesor de la capa de 10 mm; tenemos una densidad superficial de  $1 \text{ kg/m}^2$ .

Este laminado consta de 2 capas de mat de  $450 \text{ g/m}^2$  y una de tejido de  $800 \text{ g/m}^2$ , con los mismos porcentajes en fibra, con lo que la densidad superficial de cada cara, para el laminado estructural es de  $4,6 \text{ kg/m}^2$ . Obteniéndose un porcentaje en fibra del 37%.

Considerando las dos caras del sándwich, el núcleo, la primera capa, el gelcoat y el topcoat, nos queda una densidad superficial de  $12,025 \text{ kg/m}^2$ .

### 2.1.3. Estructura del fondo y los costados

---

Para el caso de la estructura, se considerará el laminado con núcleo de poliuretano (PU), considerando un peso específico de  $0,1 \text{ g/cm}^3$ .

En el fondo y los costados de la embarcación, existen diferentes refuerzos: los longitudinales, las bulárcamas y las cuadernas, todas ellas con el mismo laminado.

Este laminado consta de 4 capas de mat de  $450 \text{ g/m}^2$  y 2 de tejido de  $800 \text{ g/m}^2$ , con los mismos porcentajes en fibra que los anteriores, con lo que la densidad superficial es de

$9,2 \text{ kg/m}^2$ , siendo la del laminado completo  $11,025 \text{ kg/m}^2$ , y obteniéndose un porcentaje en fibra del 37%.

Para el caso de los longitudinales, tanto de fondo como de costado, y las bulárcamas, las características del refuerzo son las mismas.

El cálculo del peso de los refuerzos se realizará calculando las densidades lineales de cada refuerzo utilizado en la embarcación. Para ello es necesario conocer el área y perímetro de cada perfil de refuerzo.

Siendo las características de este perfil:  $0,013 \text{ m}^2$  de área y un perímetro de  $0,321 \text{ m}$ .

Si multiplicamos el peso específico del poliuretano por el área del refuerzo tenemos su densidad lineal que es  $1,3 \text{ kg/m}$ .

Multiplicando la densidad superficial del laminado correspondiente, por su perímetro obtenemos su densidad lineal,  $3,54 \text{ kg/m}$ , que sumados nos da  $4,8 \text{ kg/m}$ .

#### 2.1.4. Estructura de cubierta

---

Los refuerzos de la cubierta están formados por los baos, tanto de las bulárcamas como de las cuadernas, y de las esloras. Todas ellas con el mismo laminado que los refuerzos del apartado anterior.

Las características de las esloras, y de las bulárcamas, son iguales a las anteriores.

Para el cálculo de la densidad lineal de las cuadernas y sus baos, y de los baos de las bulárcamas procedemos de igual forma que en el apartado anterior.

En el caso de las cuadernas y sus baos, el área es de  $0,0036 \text{ m}^2$  y el perímetro de  $0,18 \text{ m}$ .

Teniendo una densidad lineal del refuerzo de  $2,34 \text{ kg/m}$ .

Los baos de las bulárcamas tienen un área de  $0,016 \text{ m}^2$  y un perímetro de 0,351 m. Teniendo una densidad lineal de  $5,47 \text{ kg/m}$ .

#### 2.1.5. Mamparos

---

En este caso se realizará un sándwich igual al considerado para la cubierta.

#### 2.1.6. Superestructura

---

Para el caso de la superestructura el laminado será igual que el del costado.

### 2.2. Cálculo de pesos y centros de gravedad de los elementos

---

Para el cálculo del peso de cada elemento se ha calculado la superficie o longitud, con el programa Rhinoceros, y multiplicado por las densidades anteriormente calculadas, así obtenemos el peso de cada elemento.

El cálculo del centro de gravedad de cada elemento, se ha realizado con el mismo programa, una vez modelados los elementos.

#### 2.2.1. Forro

---

Para el cálculo del peso del forro de la embarcación se han calculado, mediante el ordenador, las áreas de las superficies del mismo, separadas en fondo y pantoques, y en costado.

Siendo el área del fondo y pantoque  $51,6 \text{ m}^2$ , y el del costado  $20,7 \text{ m}^2$ .

Estas multiplicadas por sus densidades superficiales,  $15,725 \text{ kg/m}^2$  y  $12,625 \text{ kg/m}^2$  respectivamente, nos dan los pesos.

Los pesos son 811 kg para el fondo y pantoques, y de 261 kg para el costado.

Los centros de gravedad se detallan en las tablas, al final del apartado 2.

### 2.2.2. Cubierta

---

Para el cálculo del peso de la cubierta se procede del mismo modo.

Siendo el área  $39,23m^2$  y la densidad superficial de  $12,025 \frac{kg}{m^2}$ , tenemos un peso de la cubierta de 471,7 kg.

### 2.2.3. Estructura del fondo y los costados

---

Para el cálculo del peso de los refuerzos de la embarcación se procede de forma similar, es decir se calcula informáticamente la longitud de cada refuerzo multiplicando luego por la densidad lineal correspondiente.

Obteniéndose los centros de gravedad de cada elemento de forma directa con el programa informático. De esta manera, en el caso de los longitudinales de fondo y costado, y la quilla, la suma de sus pesos es de 291kg.

En el caso de las bulárcamas la suma de sus pesos es de 274kg.

Los baos de las bulárcamas pesan en su conjunto 126kg.

Para las cuadernas y sus baos es de 287 kg.

### 2.2.4. Estructura de cubierta

---

El peso de los baos ha sido incluida en el cálculo anterior.

La embarcación constará de 2 esloras, el peso conjunto de estas es de 115kg.

### 2.2.5. Mamparos

---

Los mamparos en su conjunto tienen un peso de 216 kg.

### 2.2.6. Superestructura

---

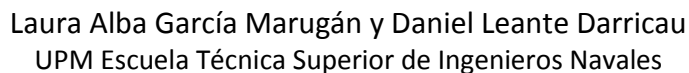
La superestructura consta del espacio para el puente, la cocina y el baño. El peso de esta superestructura es de 335 kg.



## 2.3.

### Tabla resumen

Grupo	Identificador	Superficie (m <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Densidad (kg/m)	Peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)	Zg (m)	Mx	My	Mz
Forro		51,59	15,73			811,21	5,13	0,00	1,04	4157,71	0,00	840,98
		20,70	12,63			261,39	3,62	0,00	1,71	945,36	0,00	446,42
Cubierta		39,23	12,03			471,74	5,21	0,00	1,80	2457,16	0,00	850,05
Estr. fondo y costado	Longit.											
	L-2			11,11	4,84	53,78	4,95	-1,35	1,25	265,99	-72,57	67,10
	L-1			12,04	4,84	58,27	5,40	-0,70	1,02	314,83	-40,75	59,34
	L0			13,83	4,84	66,90	5,21	0,00	0,51	348,25	0,00	34,14
	L1			12,04	4,84	58,27	5,40	0,70	1,02	314,83	40,75	59,34
	L2			11,11	4,84	53,78	4,95	1,35	1,25	265,99	72,57	67,10
	Bularc.											
	C1			3,906	4,84	34,16	0,52	0,00	1,26	17,77	0,00	43,15
	C4			5,291	4,84	41,95	2,08	0,00	1,11	87,27	0,00	46,70
	C7			5,202	4,84	42,26	3,64	0,00	1,10	153,82	0,00	46,61
	C10 (CM)			5,054	4,84	41,47	5,20	0,00	1,11	215,65	0,00	46,16
	C13			4,445	4,84	36,90	6,76	0,00	1,15	249,46	0,00	42,55
	C16			5,417	4,84	42,73	8,32	0,00	1,69	355,50	0,00	72,34
	C19			4,34	4,84	34,74	9,88	0,00	1,92	343,27	0,00	66,81
	Cuad.+baos					286,94	5,01	0,00	1,25	1436,93	0,00	358,39
Estr. de cubierta	Bao Bularc.											
	BB1			3,15	5,47	17,25	0,52	0,00	1,60	8,97	0,00	27,60
	BB4			3,38	5,47	18,48	2,08	0,00	1,60	38,43	0,00	29,56
	BB7			3,53	5,47	19,31	3,64	0,00	1,60	70,30	0,00	30,90
	BB10 (CM)			3,52	5,47	19,24	5,20	0,00	1,60	100,03	0,00	30,78
	BB13			3,18	5,47	17,40	6,76	0,00	1,60	117,62	0,00	27,84



***“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”***  
*Proyecto 082/ Cuaderno 11*

### 3. Peso del equipo y de la habilitación

---

Se describen en este apartado, de forma general, los pesos y centros de gravedad de los equipos y elementos de la habilitación.

Detallándose posteriormente en una tabla al final de este apartado los pesos y centros de gravedad.

#### 3.1. Peso del equipo de gobierno

---

El equipo de gobierno consta principalmente de: timón, mecha, servomotor, estructura de soporte del timón y la caña de fortuna.

Estos elementos están evidentemente situados a popa de la embarcación.

El peso de los mismos es de 66,5 kg.

Y el centro de gravedad está situado a 0,14 m de la perpendicular de popa.

Todo lo cual está detallado en la tabla del apartado 3.13.

#### 3.2. Peso del equipo de salvamento

---

El equipo necesario, como se ha visto en el documento correspondiente, es:

- Embarcación de supervivencia. que estará situada encima de la superestructura.
- Escalas de embarque, situadas a las bandas de la embarcación.
- Chalecos salvavidas, que estarán situados en el puente.
- Aros salvavidas, estibados para su rápida utilización en cubierta.
- Señales de socorro.
- Respondedor de radar.
- Botiquín y guía sanitaria.
- Tablas de señales de salvamento.

El peso estimado de estos equipos es de 63 kg.

Con los centros de gravedad localizados a 7 metros de la perpendicular de popa.

### 3.3. Peso del equipo contraincendios

---

El equipo necesario es:

- Sistema de detención pasiva.
- Sistemas de detección de incendios y sistemas de alarmas.
- Bombas contraincendios.
- Bocas, mangueras y lanzas contraincendios.

El peso estimado de estos equipos es de 20 kg.

Con los centros de gravedad localizados a 6,7 m de la perpendicular de popa.

Detallado más abajo. (apartado 3.13)

### 3.4. Peso del equipo de fondeo y amarre

---

El equipo necesario es:

- Un ancla de 37 kg.
- 1 largos de cadena de 10 mm de diámetro nominal, 60 kg.
- 45 m de cable de 20 mm, 12 kg.
- Otros (molinete, conexiones, etc), 20 kg.

El peso estimado de estos equipos es de 129 kg.

Con el centro de gravedad localizado a 9,85 m de la perpendicular de popa.

Detallado más abajo. (apartado 3.13)

### 3.5. Peso de la instalación eléctrica

---

En este apartado se incluyen: cables, luces, interruptores, cuadro eléctrico, etc. Cuyo peso estimado es de 75 kg.

### **3.6. Peso del equipo de navegación**

---

El peso de la electrónica e instrumentos, documentos, etc. Se estima en 30 kg.

### **3.7. Peso de la habilitación**

---

El peso de la habilitación consta de los elementos necesarios en el puente, cocina, baño y camarote.

El peso de todos estos elementos suma 195 kg.

El centro de gravedad del conjunto está en 7,68 m.

#### **3.7.1. Peso del baño**

---

El baño consta de los siguientes elementos: WC, lavabo, mobiliario, tuberías y valvulería.

En su conjunto el peso es de 19 kg y su centro de gravedad está situado a 6,64 m.

#### **3.7.2. Peso de la cocina**

---

La cocina consta de: fregadero, fogones, mobiliario, tuberías y valvulería.

En su conjunto el peso es de 31 kg y su centro de gravedad está situado a 6,7 m.

#### **3.7.3. Peso del camarote**

---

En el camarote se contará con el peso de las camas, el mobiliario y la escalera de acceso.

En su conjunto el peso es de 80 kg y su centro de gravedad está situado a 8,6 m.

### 3.8.

### Tabla resumen

Grupo	Elemento	Peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)	Zg (m)	Mx	My	Mz
Equipo de gobierno	Timón	15	-0,13	0	0,503	-1,95	0	7,545
	Mecha	15	0	0	0,833	0	0	12,495
	Servomotor	20	0,3	0	1,283	6	0	25,66
	Caña de fortuna	6,5	0,1	0,45	0,95	0,65	2,925	6,175
	Estructura soporte	10	0,5	0	-0,067	5	0	-0,67
		66,5	0,14586466	0,04398496	0,77	9,7	2,925	51,205
Equipo de salvamento	Embarcación de supervivencia, chalecos, aros, etc.	63	7	0	3,15	441	0	198,45
Equipo contraincendios	Detección, alarmas, extintores, etc.	20	6,7	-0,2	2,133	134	-4	42,66
Equipo de fondeo y amarre	Ancla	37	10,6	0	2,053	392,2	0	75,961
	Cadena	60	10,6	0	2,053	636	0	123,18
	Acastillaje, molinete, bitas, amarras, etc.	50	0,7	1,1	1,233	35	55	61,65
		147	7,23265306	0,37414966	1,77408844	1063,2	55	260,791
Instalación eléctrica	Luces, interruptores, cuadro, etc.	75	6,5	0	2,733	487,5	0	204,975
Equipo de navegación	Electrónica, documentos, varios.	30	7,45	0	2,533	223,5	0	75,99
Habilitación	Puente							
	Asientos	20	7,3	-1	2,283	146	-20	45,66
	Mobiliario	30	7,4	-0,5	2,133	222	-15	63,99
	Cama	15	7,18	0,7	2,393	107,7	10,5	35,895
		65	7,31846154	-0,3769230	2,23915385	475,7	-24,5	145,545

	Baño							
	Lavabo	3	6,52	-1,59	2,633	19,56	-4,77	7,899
	WC	10	6,79	-1,3	2,233	67,9	-13	22,33
	Mobiliario	6	6,46	-1,2	2,333	38,76	-7,2	13,998
		19	6,64315789	-1,314210	2,32773684	126,22	-24,97	44,227
	Cocina							
	Fogones	10	6,7	-0,55	2,633	67	-5,5	26,33
	Fregadero	4	6,7	-0,89	2,633	26,8	-3,56	10,532
	Mobiliario	7	6,7	-0,7	2,333	46,9	-4,9	16,331
	Nevera para hielo	10	6,7	-0,55	2,333	67	-5,5	23,33
		31	6,7	-0,627741	2,46848387	207,7	-19,46	76,523
	Camarote							
	Escalera	20	8	0,1	1,783	160	2	35,66
	3 literas	45	8,84	0,35	1,333	397,8	15,75	59,985
	Mobiliario	15	8,75	0,3	0,933	131,25	4,5	13,995
		80	8,613125	0,278125	1,3705	689,05	22,25	109,64
						3857,57	7,245	1210,006
		<b>Peso</b>	<b>Centro de gravedad</b>					
<b>TOTALES</b>		596,5	6,46700754	0,01214585	2,02850964			

**Tabla 2. Resumen de los pesos y c.d.g. de los equipos y habilitación de la embarcación**



## 4. Peso de la propulsión

---

### 4.1. Peso de la hélice y línea de ejes

---

El eje del timón en acero EN 1.4404 (AISI 316L) y una longitud de 5,10 m, pesa 80 kg.

El peso de la hélice seleccionada es de 28 kg.

### 4.2. Peso del motor y la reductora

---

El peso del motor propulsor lo podemos obtener de las especificaciones del fabricante, como se ha visto en el documento correspondiente, el peso del motor es de 609 kg. Dada su situación en la embarcación, su centro de gravedad está situado a 6,32 m de la perpendicular de popa.

El peso de la reductora es de 100 kg, estando su centro de gravedad a 5,9 m de la perpendicular de popa.

### 4.3. Otros

---

Además hay que tener en cuenta otros equipos instalados en la cámara de máquinas. Entre estos equipos podemos destacar, bombas, tuberías, purificadora, depósito de aceite hidráulico, la bocina, el prensaestopas y varias cosas menores como el aislamiento y las pinturas.

Este conjunto pesa 105 kg.

También se debe contar con el peso de las baterías que en su conjunto pesan 180 kg.

## Tabla resumen

Grupo	Elemento	Peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)	Zg (m)	Mx	My	Mz
Propulsión	Motor	609	6,32	0	0,813	3848,88	0	495,117
	Reductora	100	5,9	0	0,813	590	0	81,3
	Eje	80	2,8	0	0,483	224	0	38,64
	Hélice	28	0,28	0	0,483	7,84	0	13,524
	Baterías	180	7,14	0,85	2,683	1285,2	153	482,94
	Bombas	15	7,4	0	0,67	111	0	10,05
	Depósito hidráulico	10	7,45	0,72	0,663	74,5	7,2	6,63
	Varios	20	6,55	0	0,633	131	0	12,66
						6272,42	160,2	1140,861
		<b>Peso</b>	<b>Centro de gravedad</b>					
	<b>TOTALES</b>	1042	6,019	0,15374	1,09488			

Tabla 3. Resumen de pesos y c.d.g. de la propulsión

## 5. Peso en rosca y centro de gravedad

El peso en rosca y su centro de gravedad de la embarcación se calculará con las fórmulas clásicas, es decir:

$$P_t = \sum P_i$$

$$x_g = \frac{\sum P_i \cdot x_i}{P_t}$$

$$y_g = \frac{\sum P_i \cdot y_i}{P_t}$$

$$z_g = \frac{\sum P_i \cdot z_i}{P_t}$$

Así el peso y centro de gravedad de la embarcación queda de la siguiente manera:

Grupo	Peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)	Zg (m)	Mx	My	Mz
Estructura	3216,43	5,27	-0,081	1,467	16980,89	-261,42	4721,57
Equipo y habilitación	626,325	6,46	0,012	2,028	4050,44	7,607	1270,50
Cámara de máquinas	1094,1	6,019	0,153	1,0948762	6586,04	168,21	1197,90
					27617,38	-85,60	7189,98
	<b>Peso</b>	<b>Centro de gravedad</b>					
	4936,85	5,59	-0,017	1,45			

**Tabla 4. Resumen de pesos y centro de gravedad de la embarcación**

Estos cálculos finales incluyen un 5% de margen en los pesos. Y el centro de gravedad, con un 10% de margen en su altura, se sitúa en el punto:

Xg (m)	5,59
Yg (m)	-0,017
Zg (m)	1,6

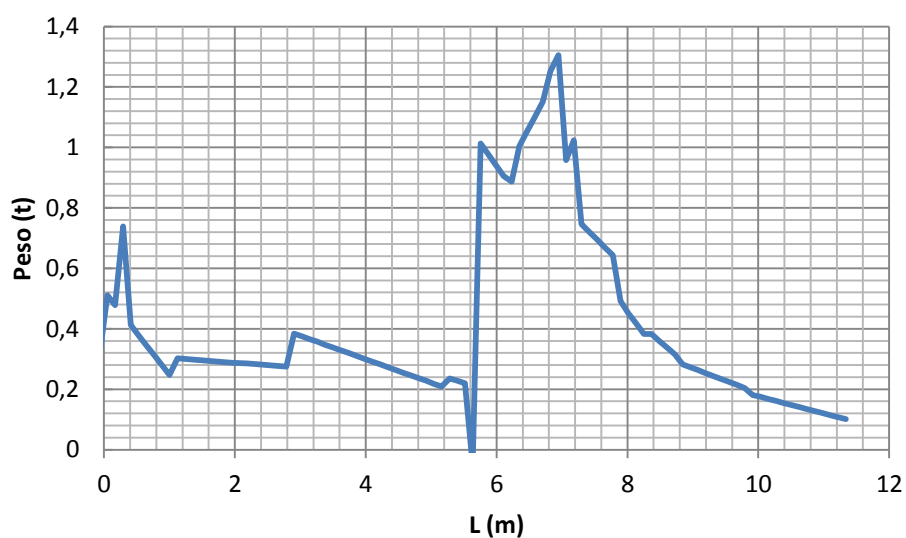
**Tabla 5. Posición del c.d.g. de la embarcación**

Con referencia al punto más bajo de la quilla, respecto a la cuaderna media en su punto más bajo tenemos una altura del centro de gravedad de 1,467 m.

## 6. Distribución de pesos

Con todos los pesos que se han ido calculando a lo largo de este documento se ha realizado una gráfica de distribución de pesos.

### Distribución de pesos



En esta gráfica se pueden destacar de popa a proa diversos picos: la hélice, un pico descendente correspondiente al cofferdam, y el motor y la superestructura.



# “Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”

---

## Cuaderno Nº 12

### Situación de carga y resistencia longitudinal

#### **Alumnos:**

*Daniel Leante Darricau*  
*Laura Alba García Marugán*

#### **Tutores:**

*José Fernando Núñez Básañez*  
*David Gutiérrez Díaz*

#### **Cotutores en la universidad de acogida (ESPOL):**

*Cristóbal Mariscal*  
*Bolivar Vaca*

## ÍNDICE

1. Introducción	4
2. Situaciones de carga	4
3. Criterios de estabilidad	5
4. Metodología	6
4.1. Pesos y centros de gravedad	6
4.2. Calado y trimado	6
4.3. Estabilidad inicial	7
4.4. Estabilidad dinámica	7
5. Situaciones de carga	7
5.1. Salida del puerto con el 0% de pesca y 100% de los consumos	7
5.1.1. Peso y centro de gravedad	7
5.1.2. Calado y trimado	8
5.1.3. Estabilidad inicial	8
5.1.4. Estabilidad dinámica	9
5.1.5. Cumplimiento de criterios	9
5.2. Salida del caladero con el 100% de pesca y el 35% de los consumos	10
5.2.1. Peso y centro de gravedad	10
5.2.2. Calado y trimado	10
5.2.3. Estabilidad inicial	11
5.2.4. Estabilidad dinámica	11
5.2.5. Cumplimiento de criterios	12
5.3. Llegada a puerto con el 100% de la pesca y el 10% de los consumos	12
5.3.1. Peso y centro de gravedad	12
5.3.2. Calado y trimado	13
5.3.3. Estabilidad inicial	13

5.3.4.	Estabilidad dinámica	13
5.3.5.	Cumplimiento de criterios	14
<b>5.4.</b>	<b>Llegada a puerto con el 20% de la pesca y el 10% de los consumos</b>	<b>14</b>
5.4.1.	Peso y centro de gravedad	15
5.4.2.	Calado y trimado	15
5.4.3.	Estabilidad inicial	16
5.4.4.	Estabilidad dinámica	16
5.4.5.	Cumplimiento de criterios	17
<b>6.</b>	<b>Resistencia longitudinal</b>	<b>17</b>
6.1.	Salida del puerto con el 0% de pesca y 100% de los consumos	21
6.2.	Salida del caladero con el 100% de pesca y 35% de los consumos	21
6.3.	Llegada a puerto con el 100% de la pesca y el 10% de los consumos	22
6.4.	Llegada a puerto con el 20% de la pesca y el 10% de los consumibles	22
<b>7.</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>23</b>

## TABLAS

Tabla 1.	Resumen de pesos y c.d.g. situación de carga 1	8
Tabla 2.	Peso y c.d.g. situación de carga 1	8
Tabla 3.	Criterios de estabilidad situación de carga 1	9
Tabla 4.	Resumen de pesos y c.d.g. situación de carga 2	10
Tabla 5.	Peso y c.d.g. situación de carga 2	10
Tabla 6.	Criterios de estabilidad situación de carga 2	12
Tabla 7.	Resumen de pesos y c.g.d situación de carga 3	12
Tabla 8.	Peso y c.d.g. situación de carga 3	13
Tabla 9.	Criterios de estabilidad situación de carga 3	14
Tabla 10.	Resumen de pesos y c.d.g. situación de carga 4	15

Tabla 11. Peso y c.g.d. situación de carga 4	15
Tabla 12. Criterios de estabilidad situación de carga 4	17

## GRÁFICAS

---

Gráfica 1. Estabilidad dinámica situación de carga 1	9
Gráfica 2. Estabilidad dinámica situación de carga 2	11
Gráfica 3. Estabilidad dinámica situación de carga 3	14
Gráfica 4. Estabilidad dinámica situación de carga 4	16
Gráfica 5. Resistencia longitudinal situación de carga 1	21
Gráfica 6. Resistencia longitudinal situación de carga 2	22
Gráfica 7. Resistencia longitudinal situación de carga 3	22
Gráfica 8. Resistencia longitudinal situación de carga 4	23



## 1. Introducción

---

En este documento se estudiarán las diferentes situaciones de carga de la embarcación, calculando su estabilidad y viendo el cumplimiento de la normativa.

En este caso se certificará el cumplimiento de las normativas internacionales, en concreto a partir del libro ya utilizado “DIRECTRICES DE APLICACIÓN VOLUNTARIA PARA EL PROYECTO, LA CONSTRUCCIÓN Y EL EQUIPO DE BUQUES PESQUEROS PEQUEÑOS”. 2005.

Observando también el Real Decreto 543/2007, de 27 de abril, por el que se determinan las normas de seguridad y de prevención de la contaminación a cumplir por los buques pesqueros menores de 24 metros de eslora.

También se estudiará la resistencia longitudinal aunque en esta embarcación, en principio, no sería necesario.

En este documento el origen de coordenadas estará situado en el plano de crujía y en la perpendicular de popa, estando su altura situada en el punto más bajo de la quilla en la cuaderna media de la embarcación. Como referencia se pondrá en paréntesis las alturas respecto al canto bajo de la quilla, en su punto más bajo, es decir, al punto más a popa de la quilla, así como los calados máximos.

## 2. Situaciones de carga

---

Las situaciones de carga a estudiar según la normativa son:

- Salida del puerto con el 100% de los consumos.
- Salida del caladero con el 100% de pesca y el 35% de los consumos.
- Llegada a puerto con el 100% de la pesca y el 10% de los consumos.
- Llegada a puerto con el 10% de los consumibles y el 20 % de la captura.

No obstante la embarcación tendrá algunas peculiaridades como la conservación de las capturas en hielo o el vivero, que a regreso a puerto será utilizado como parte de la bodega para la conservación del pescado. La utilización del vivero como bodega para la carnada no será significativo, ya que, como se vio en el documento de dimensionamiento su peso se estima en 50,1 kg.

Para tener en cuenta el momento en que el vivero es vaciado para ser después llenado de pescado, se estudiará otra situación de carga justo después del vaciado, así se considerará la bodega llena, el vivero vacío y un 35% de los consumos.

Por ello las situaciones de carga a estudiar serán las siguientes:

1. Salida del puerto con el 0% de pesca y 100% de los consumos.
2. Salida del caladero con el 100% de pesca y el 35% de los consumos.
3. Llegada a puerto con el 100% de la pesca y el 10% de los consumos.
4. Llegada a puerto con el 20% de la pesca y el 10% de los consumibles.
5. Salida de caladero con la bodega llena, el 35% de los consumos y el vivero vacío.

Esta última condición será la más comprometida para la estabilidad de la embarcación.

### 3. Criterios de estabilidad

---

Los criterios mínimos a satisfacer para el cumplimiento de las exigencias de estabilidad en este apartado son:

1. El área situada bajo la curva de brazos adrizantes (curva GZ) no será inferior a 0,055 m·rad hasta un ángulo de escora de 30°, ni inferior a 0,090 m·rad hasta 40° o hasta el ángulo de inundación,  $q_f$ , si éste es de menos de 40°. Además, el área situada bajo la curva de brazos adrizantes (curva GZ) entre los ángulos de escora de 30° y 40°, o entre los ángulos de 30° y  $q_f$ , si éste es de menos de 40°, no será inferior a 0,030 m·rad.  $q_f$  es el ángulo de escora en el que las aberturas del casco, la superestructura o las casetas, que no se puedan cerrar rápidamente de modo estanco a la intemperie, comienzan a quedar inmersas. En la aplicación de este criterio no es necesario considerar abiertas las pequeñas aberturas a través de las cuales no puede producirse una inundación progresiva.
2. El brazo adrizante GZ será de 200 mm como mínimo para un ángulo de escora igual o superior a 30°. El brazo adrizante GZ podrá reducirse con la conformidad de la autoridad competente, pero en ningún caso en más de 2 (24-L) %.
3. El brazo adrizante máximo  $GZ_{max}$  corresponderá a un ángulo de escora preferiblemente superior a 30° pero nunca inferior a 25°.

4. En los buques de una cubierta, la altura metacéntrica inicial GM no será inferior a 350 mm. En los buques con superestructura completa se podrá reducir la altura metacéntrica con la conformidad de la autoridad competente, pero sin que nunca sea inferior a 150 mm.

## 4. Metodología

La metodología seguida para calcular la estabilidad de la embarcación es a través de los criterios a cumplir, calculando cada característica para la embarcación, para lo que necesitamos conocer: pesos y centros de gravedad, y el calado y trimado, con lo que podremos calcular la estabilidad inicial y dinámica.

### 4.1. Pesos y centros de gravedad

Los pesos y los centros de gravedad se obtendrán a partir de las fórmulas clásicas, al igual que en el documento anterior (pesos y centros de gravedad del buque en rosca), pero ahora añadiéndole los pesos que no se tuvieron en cuenta, es decir, el peso muerto:

$$\Delta = P_{rosca} + \sum P_i$$

Para los centros de gravedad, se utilizarán:

$$KG = \frac{P_{rosca} \cdot z_{g,rosca} + \sum P_i \cdot z_{g,i}}{\Delta}$$

$$x_g = \frac{P_{rosca} \cdot x_{g,rosca} + \sum P_i \cdot x_{g,i}}{\Delta}$$

$$y_g = \frac{P_{rosca} \cdot y_{g,rosca} + \sum P_i \cdot y_{g,i}}{\Delta}$$

### 4.2. Calado y trimado

Con los cálculos anteriores, es posible, a partir de los datos del documento de arquitectura naval, calcular los calados y trimados para las diferentes situaciones de carga.

### 4.3. Estabilidad inicial

---

Para el cálculo de GM la fórmula es:

$$GM_0 = KM - KG$$

Donde KG está calculado en el apartado anterior, y KM se obtiene de las hidrostáticas.

Así mismo para cada situación de carga deberá tenerse en cuenta las superficies libres, para ello se resta este efecto:

$$GM = GM_0 - \sum GM_{SL,i}$$

Siendo el cálculo del último término, como sigue:

$$GM_{SL,i} = I_{\text{área}} \cdot \frac{\rho}{\Delta}$$

### 4.4. Estabilidad dinámica

---

El cálculo de la estabilidad dinámica se puede realizar con la siguiente expresión:

$$GZ = KN - KG \cdot \sin\theta$$

## 5. Situaciones de carga

---

Se estudian aquí las estabildades de las diferentes situaciones de carga ya comentadas.

### 5.1. Salida del puerto con el 0% de pesca y 100% de los consumos

---

#### 5.1.1. Peso y centro de gravedad

---

A partir del peso en rosca calculado en el documento anterior y el peso muerto de esta situación de carga, en la que hay que tener en cuenta que en la bodega se debe transportar el hielo para la conservación del pescado, como se dijo en el documento de dimensionamiento, se considera la mitad de la carga de la bodega en peso.

Teniendo en cuenta que el volumen de vivero necesario es de  $2 \text{ m}^3$ , y que el peso y hielo necesario es de 2,35 t, tenemos la siguiente tabla de pesos para esta situación de carga.

Elemento	Llenado	Peso (t)	Xg (m)	Zg (m)	Yg (m)
Peso en Rosca	-	4,93	5,59	1,47	0
Tripulación	-	0,40	7,44	2,34	0
Viveres	-	0,16	7,8	2	0
Arte	-	0,20	0	1,80	0
Vivero	80%	2,07	1,34	1,05	0
Bodega	69%	2,35	3,70	0,88	0
Tanque Comb. 2 E	100%	0,76	6,32	1,14	1,18
Tanque Comb. 2 B	100%	0,76	6,32	1,14	-1,18
Tanque Comb. 1 E	100%	0,38	-0,04	1,21	0,96
Tanque Comb. 1 B	100%	0,38	-0,04	1,21	-0,96
Agua Pique Proa	100%	0,55	10,11	1,72	0

**Tabla 1. Resumen de pesos y c.d.g. situación de carga 1**

Siendo el peso total y el centro de gravedad:

Desplazamiento (t)	12,97
Xg (m)	4,48
Yg (m)	0
Zg (m)	1,28 (1,41)

**Tabla 2. Peso y c.d.g. situación de carga 1**

### 5.1.2. Calado y trimado

En estas condiciones la embarcación se encuentra calada 1,07 m, siendo el calado al punto más bajo de la quilla de 1,205, y el trimado 0,425 m a popa, es decir, 0,085 m respecto a la línea base.

### 5.1.3. Estabilidad inicial

La estabilidad inicial la calculamos, como ya se vio, de la siguiente manera:

$$GM_0 = KM - KG$$

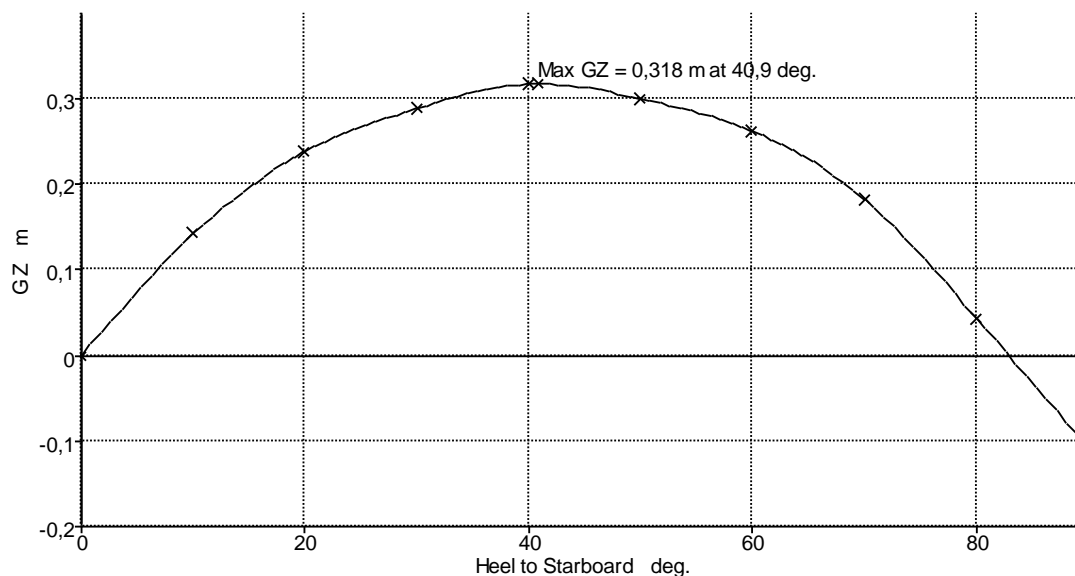
Siendo  $KM = 2,48$ , tenemos que el valor de  $GM_0$  es 1,2 m.

$$GM = GM_0 - \sum GM_{SL,i}$$

Aplicando la corrección el valor de  $GM$  es 0,85 m, cumpliendo sobradamente con las exigencias normativas.

#### 5.1.4. Estabilidad dinámica

Siguiendo la metodología explicada se calcula ahora la estabilidad dinámica, obteniendo la siguiente curva:



Gráfica 1. Estabilidad dinámica situación de carga 1

#### 5.1.5. Cumplimiento de criterios

Los criterios para que cumpla las exigencias de estabilidad se han visto más arriba, vemos aquí si se cumplen:

Área de 0 a 30º (m·rad)	0,93	cumple
Área de 0 a 40º (m·rad)	0,14	cumple
Área de 30 a 40º (m·rad)	0,053	cumple
GZ para 30º o mayor	0,32	cumple
GZmax a más de 25º	41º	cumple
GM (m)	0,85	cumple

Tabla 3. Criterios de estabilidad situación de carga 1

Sabiendo, además, que el ángulo de inundación es mucho mayor de 40º, como se observa en el programa informático.

## 5.2. Salida del caladero con el 100% de pesca y el 35% de los consumos

### 5.2.1. Peso y centro de gravedad

En esta situación de carga el espacio del vivero es utilizado para la carga de pescado, pasando a ser una bodega más. Consideramos así todo el espacio de estiba de capturas lleno y los consumos al 35%. Así tenemos la siguiente tabla de pesos para esta situación de carga.

Elemento	Llenado	Peso (t)	Xg (m)	Zg (m)	Yg (m)
Peso en Rosca	1	4,93	5,59	1,47	0
Tripulación	100%	0,40	7,44	2,34	0
Viveres	100%	0,16	7,80	2	0
Arte	100%	0,20	0	1,80	0
Vivero	100%	1,26	1,34	1,12	0
Bodega	100%	3,41	3,68	1,02	0
Tanque Comb. 2 E	35%	0,26	6,16	0,89	1,12
Tanque Comb. 2 B	35%	0,26	6,16	0,89	-1,12
Tanque Comb. 1 E	35%	0,13	-0,02	1,03	0,91
Tanque Comb. 1 B	35%	0,13	-0,02	1,03	-0,91
Agua Pique Proa	35%	0,19	10,09	1,38	0

Tabla 4. Resumen de pesos y c.d.g. situación de carga 2

Siendo el peso total y el centro de gravedad:

Desplazamiento (t)	11,37
Xg (m)	4,49
Yg (m)	0
Zg (m)	1,29 (1,42)

Tabla 5. Peso y c.d.g. situación de carga 2

### 5.2.2. Calado y trimado

En estas condiciones la embarcación se encuentra calada 1,01 m (1,14 m) y el trimado 0,46 m a popa, es decir, 0,12 m respecto a la línea base.

### 5.2.3. Estabilidad inicial

La estabilidad inicial la calculamos, como ya se vio, de la siguiente manera:

$$GM_0 = KM - KG$$

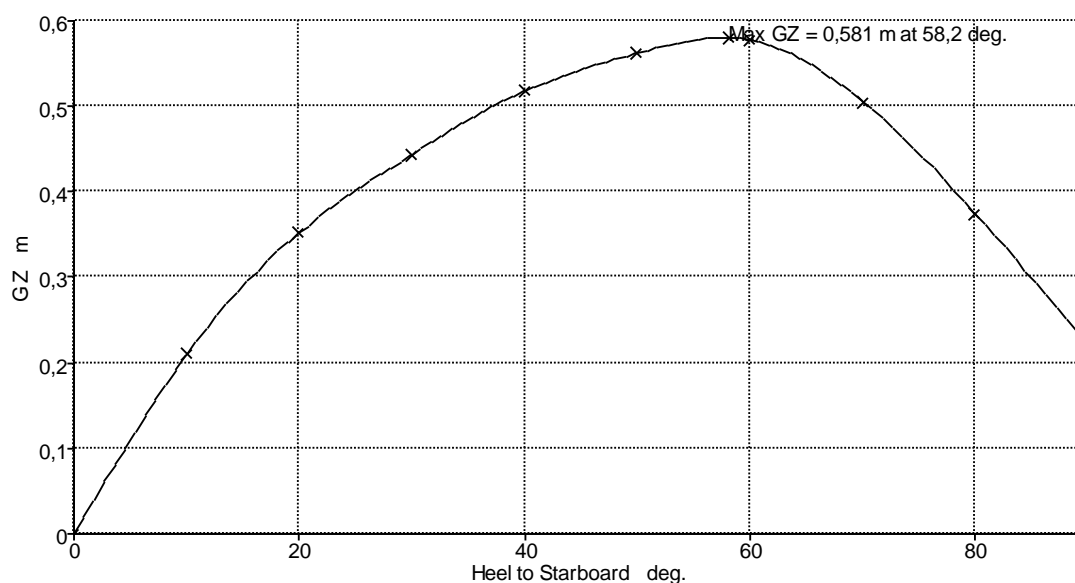
Siendo  $KM = 2,58$ , tenemos que el valor de  $GM_0$  es 1,29 m.

$$GM = GM_0 - \sum GM_{SL,i}$$

Aplicando la corrección el valor de  $GM$  es 1,2 m, cumpliendo sobradamente con las exigencias normativas.

### 5.2.4. Estabilidad dinámica

Siguiendo la metodología explicada se calcula ahora la estabilidad dinámica, obteniendo la siguiente curva:



Gráfica 2. Estabilidad dinámica situación de carga 2



### 5.2.5. Cumplimiento de criterios

Los criterios para que cumpla las exigencias de estabilidad se han visto más arriba, vemos aquí si se cumplen:

Área de 0 a 30° (m·rad)	0,14	cumple
Área de 0 a 40° (m·rad)	0,22	cumple
Área de 30 a 40° (m·rad)	0,08	cumple
GZ para 30° o mayor	0,58	cumple
GZmax a más de 25°	58°	cumple
GM (m)	1,2	cumple

**Tabla 6. Criterios de estabilidad situación de carga 2**

Sabiendo, además, que el ángulo de inundación es mucho mayor de 40°, como se observa en el programa informático.

## 5.3. Llegada a puerto con el 100% de la pesca y el 10% de los consumos

### 5.3.1. Peso y centro de gravedad

En esta situación de carga el espacio del vivero es utilizado para la carga de pescado, pasando a ser una bodega más. Consideramos así todo el espacio de estiba de capturas lleno y una 10% de la capacidad de los consumos. Así tenemos la siguiente tabla de pesos para esta situación de carga.

Elemento	Llenado	Peso (t)	Xg (m)	Zg (m)	Yg (m)
Peso en Rosca	1	4,93	5,59	1,47	0
Tripulación	100%	0,40	7,44	2,34	0
Viveres	100%	0,16	7,80	2	0
Arte	100%	0,20	0	1,80	0
Vivero	100%	1,26	1,34	1,11	0
Bodega	100%	3,41	3,68	1,02	0
Tanque Comb. 2 E	15%	0,11	6,01	0,78	1,08
Tanque Comb. 2 B	15%	0,11	6,01	0,78	-1,08
Tanque Comb. 1 E	0%	0	-0,04	1,20	0,96
Tanque Comb. 1 B	0%	0	-0,04	1,20	-0,96
Agua Pique Proa	10%	0,05	10,06	1,11	0

**Tabla 7. Resumen de pesos y c.g.d situación de carga 3**

Siendo el peso total y el centro de gravedad:

Desplazamiento (t)	10,66
Xg (m)	4,48
Yg (m)	0
Zg (m)	1,30

Tabla 8. Peso y c.d.g. situación de carga 3

### 5.3.2. Calado y trimado

---

En estas condiciones la embarcación se encuentra calada 0,98 m (1,11 m) y trimado 0,48 m a popa, es decir, 0,14 m respecto a la línea base.

### 5.3.3. Estabilidad inicial

---

La estabilidad inicial la calculamos, como ya se vio, de la siguiente manera:

$$GM_0 = KM - KG$$

Siendo  $KM = 2,64$ , tenemos que el valor de  $GM_0$  es 1,27 m.

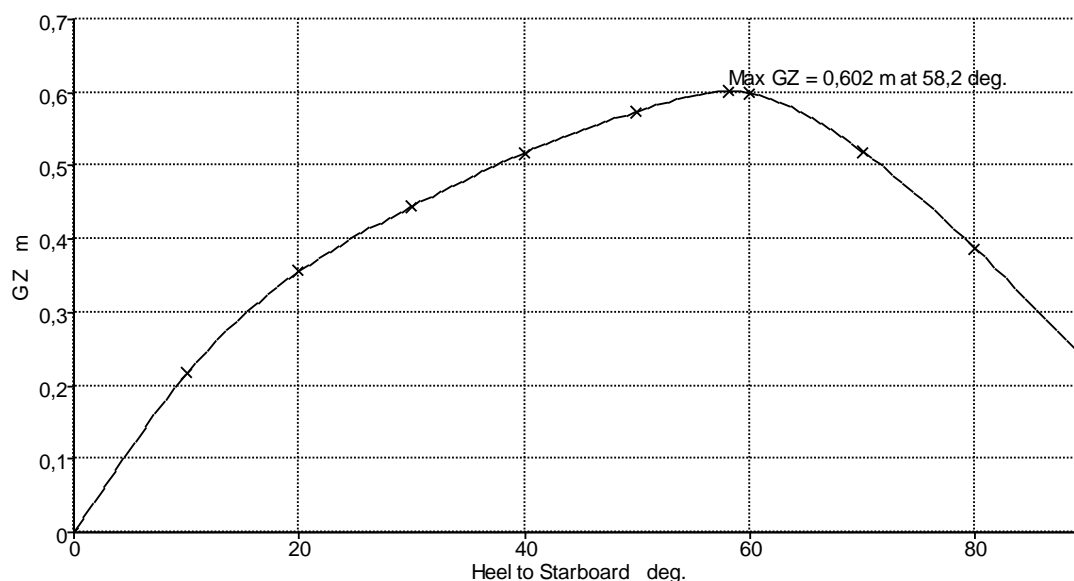
$$GM = GM_0 - \sum GM_{SL,i}$$

Aplicando la corrección el valor de  $GM$  es 1,27 m, cumpliendo sobradamente con las exigencias normativas.

### 5.3.4. Estabilidad dinámica

---

Siguiendo la metodología explicada se calcula ahora la estabilidad dinámica, obteniendo la siguiente curva:



**Gráfica 3. Estabilidad dinámica situación de carga 3**

### 5.3.5. Cumplimiento de criterios

Los criterios para que cumpla las exigencias de estabilidad se han visto más arriba, vemos aquí si se cumplen:

Área de 0 a 30° (m·rad)	0,14	cumple
Área de 0 a 40° (m·rad)	0,22	cumple
Área de 30 a 40° (m·rad)	0,08	cumple
GZ para 30° o mayor	0,60	cumple
GZmax a más de 25°	58°	cumple
GM (m)	1,27	cumple

**Tabla 9. Criterios de estabilidad situación de carga 3**

Sabiendo, además, que el ángulo de inundación es mucho mayor de 40°, como se observa en el programa informático.

## 5.4. Llegada a puerto con el 20% de la pesca y el 10% de los consumos

Esta es la situación de carga más exigente en cuanto a la estabilidad en la embarcación.

#### 5.4.1. Peso y centro de gravedad

En esta situación de carga tenemos un desplazamiento de 9,4 t estando el centro de gravedad situado como sigue:

Elemento	Llenado	Peso (t)	Xg (m)	Zg (m)	Yg (m)
Peso en Rosca	-	4,93	5,59	1,47	0
Tripulación	-	0,40	7,44	2,34	0
Viveres	-	0,16	7,80	2	0
Arte	-	0,20	0	1,80	0
Vivero	20%	0,25	1,46	0,81	0
Bodega	20%	0,68	3,83	0,62	0
Tanque Comb. 2 E	0%	0	5,3	0,54	0,9
Tanque Comb. 2 B	0%	0	5,3	0,54	-0,9
Tanque Comb. 1 E	60%	0	-0,04	1,10	0,94
Tanque Comb. 1 B	60%	0	-0,04	1,10	-0,94
Agua Pique Proa	10%	0,05	10,06	1,11	0

**Tabla 10. Resumen de pesos y c.d.g. situación de carga 4**

Quedando el desplazamiento y el centro de gravedad:

<b>Desplazamiento (t)</b>	7,15
<b>Xg (m)</b>	4,9
<b>Yg (m)</b>	0
<b>Zg (m)</b>	1,39 (1,5)

**Tabla 11. Peso y c.g.d. situación de carga 4**

#### 5.4.2. Calado y trimado

El calado en esta situación de carga es de 0,86 m (1 m), siendo el trimado de 0,29 m, es decir, - 0,05 m respecto a la línea base.

### 5.4.3. Estabilidad inicial

La estabilidad inicial la será:

$$GM_0 = KM - KG$$

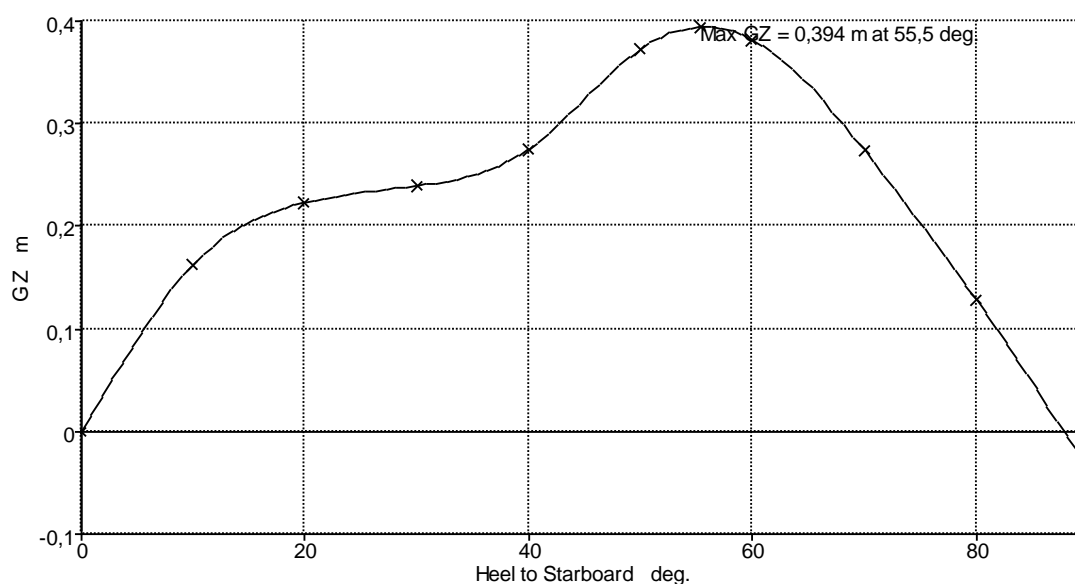
Siendo  $KM = 2,76$ , tenemos que el valor de  $GM_0$  es 1,37m.

$$GM = GM_0 - \sum GM_{SL,i}$$

Aplicando la corrección el valor de  $GM$  es 1,14 m, cumpliendo sobradamente con las exigencias normativas.

### 5.4.4. Estabilidad dinámica

La gráfica de estabilidad dinámica queda de la siguiente manera:



Gráfica 4. Estabilidad dinámica situación de carga 4

#### 5.4.5. Cumplimiento de criterios

Área de 0 a 30° (m·rad)	0,09	cumple
Área de 0 a 40° (m·rad)	0,13	cumple
Área de 30 a 40° (m·rad)	0,04	cumple
GZ para 30° o mayor	0,39	cumple
GZmax a más de 25°	55°	cumple
GM (m)	1,14	cumple

**Tabla 12. Criterios de estabilidad situación de carga 4**

Sabiendo, además, que el ángulo de inundación es mucho mayor de 40°, como se observa en el programa informático.

### 5.1. Salida del caladero con bodega llena, el 35% de los consumos y vivero vacío

#### 5.1.1. Peso y centro de gravedad

En esta situación de carga el espacio del vivero se acaba de ser vaciado para su posterior carga de pescado. Consideramos así la bodega llena (73% de la pesca) y los consumos al 35%. Así tenemos la siguiente tabla de pesos para esta situación de carga.

Elemento	Llenado	Peso (t)	Xg (m)	Zg (m)	Yg (m)
Peso en Rosca	-	4,93	5,59	1,47	0
Tripulación	-	0,3	7,44	2,34	0
Viveres	-	0,16	7,8	2	0
Arte	-	0,2	0	1,80	0
Vivero	0%	0	1,34	1,11	0
Bodega	100%	3,41	3,68	1,02	0
Tanque Comb. 2 E	35%	0,26	6,16	0,89	1,12
Tanque Comb. 2 B	35%	0,26	6,16	0,89	-1,12
Tanque Comb. 1 E	35%	0,13	-0,02	1,03	0,91
Tanque Comb. 1 B	35%	0,13	-0,02	1,03	-0,91
Agua Pique Proa	35%	0,19	10,09	1,38	0

**Tabla 13. Resumen de pesos y c.d.g. situación de carga 5**

Siendo el peso total y el centro de gravedad:

Desplazamiento (t)	10,1
X <sub>g</sub> (m)	4,88
Y <sub>g</sub> (m)	0
Z <sub>g</sub> (m)	1,31 (1,45)

Tabla 14. Peso y c.d.g. situación de carga 5

### 5.1.2. Calado y trimado

En estas condiciones la embarcación se encuentra calada 0,98 m (1,12 m) y el trimado 0,41 m a popa, es decir, -0,069 m respecto a la línea base.

### 5.1.3. Estabilidad inicial

La estabilidad inicial la calculamos, como ya se vio, de la siguiente manera:

$$GM_0 = KM - KG$$

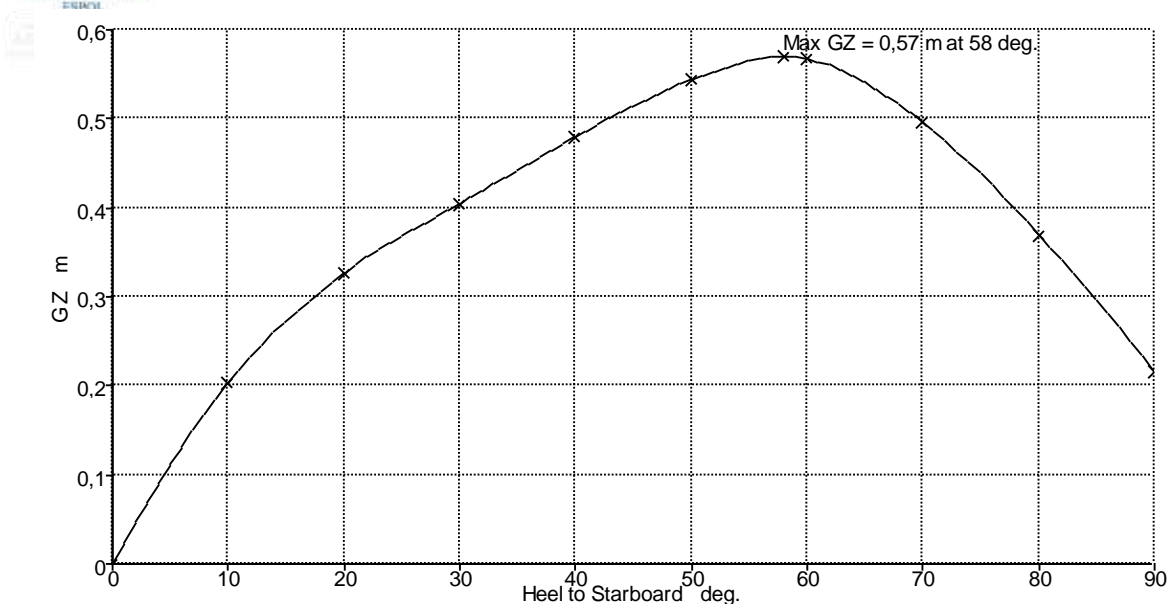
Siendo  $KM = 2,61$ , tenemos que el valor de  $GM_0$  es 1,3 m.

$$GM = GM_0 - \sum GM_{SL,i}$$

Aplicando la corrección el valor de  $GM$  es 1,27 m, cumpliendo sobradamente con las exigencias normativas.

### 5.1.4. Estabilidad dinámica

Siguiendo la metodología explicada se calcula ahora la estabilidad dinámica, obteniendo la siguiente curva:



Gráfica 5. Estabilidad dinámica situación de carga 5

#### 5.1.5. Cumplimiento de criterios

Los criterios para que cumpla las exigencias de estabilidad se han visto más arriba, vemos aquí si se cumplen:

Área de 0 a 30º (m·rad)	0,13	cumple
Área de 0 a 40º (m·rad)	0,21	cumple
Área de 30 a 40º (m·rad)	0,08	cumple
GZ para 30º o mayor	0,57	cumple
GZmax a más de 25º	58º	cumple
GM (m)	1,2	cumple

Tabla 15. Criterios de estabilidad situación de carga 5

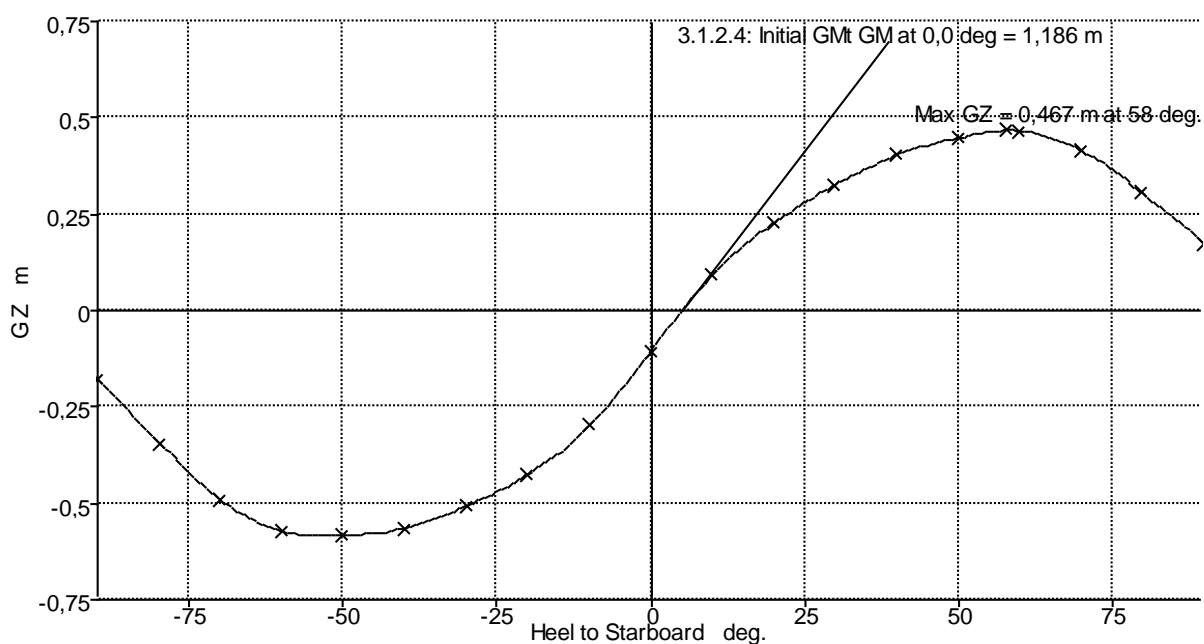
Sabiendo, además, que el ángulo de inundación es mucho mayor de 40º, como se observa en el programa informático.



Cumpliendo con el Real Decreto 543/2007, en cuyo anexo II apartado 2 punto e), se comprueba que en la situación de salida de caladero con 35% de consumos y 100% de la pesca, la embarcación no sumerge ningún punto de la cubierta cuando dos miembros de la tripulación están realizando el virado de las artes y los otros están en el puente, el arte está en el agua y se está subiendo a la embarcación una pieza de 600kg, como caso extremo. Esto se ha realizado con el programa informático.

Como se observa en la siguiente gráfica, en la cual el ángulo de inclinación está muy por debajo del ángulo que haría que la cubierta se sumergiera en dicha situación de carga.

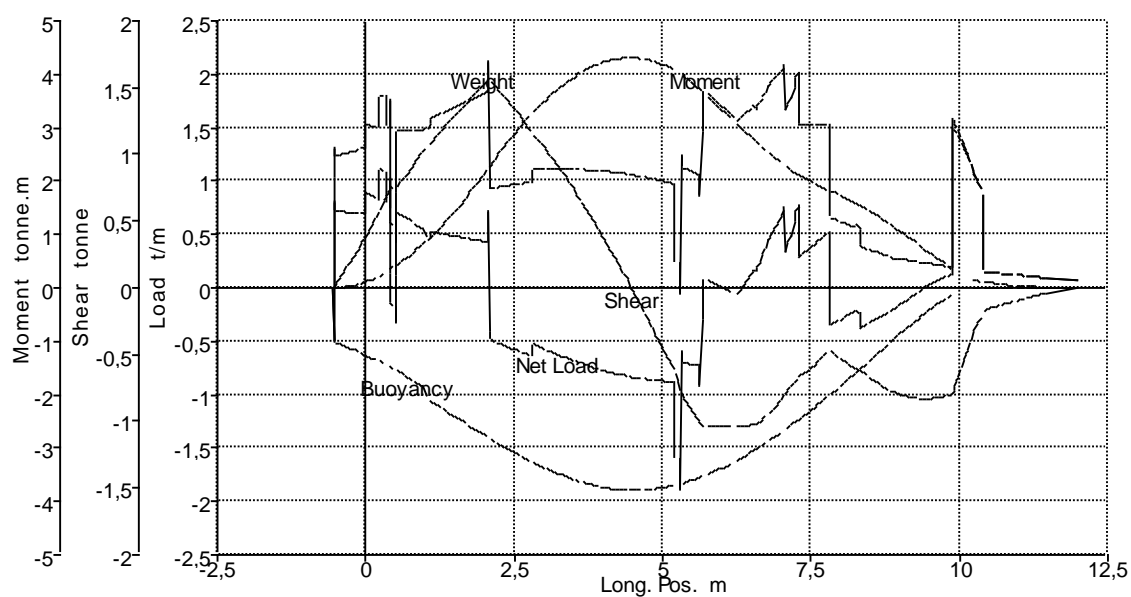
En la que se dibuja la curva de estabilidad a ambas bandas. [2]



## 6. Resistencia longitudinal

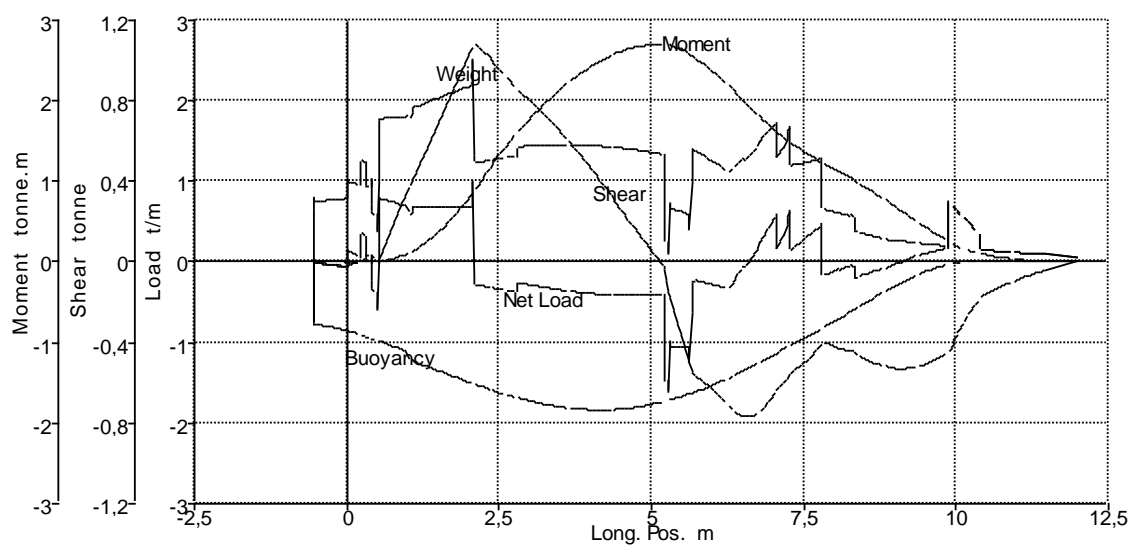
La normativa no obliga en embarcaciones de este tamaño a cumplir un mínimo, ya que se considera que este tipo de embarcaciones no son propensas a sufrir este tipo de fallos. De todas formas, para su análisis se muestra aquí este estudio, en el que presentan mediante gráficas los pesos, empujes, esfuerzos cortantes y momentos flectores.

## 6.1. Salida del puerto con el 0% de pesca y 100% de los consumos



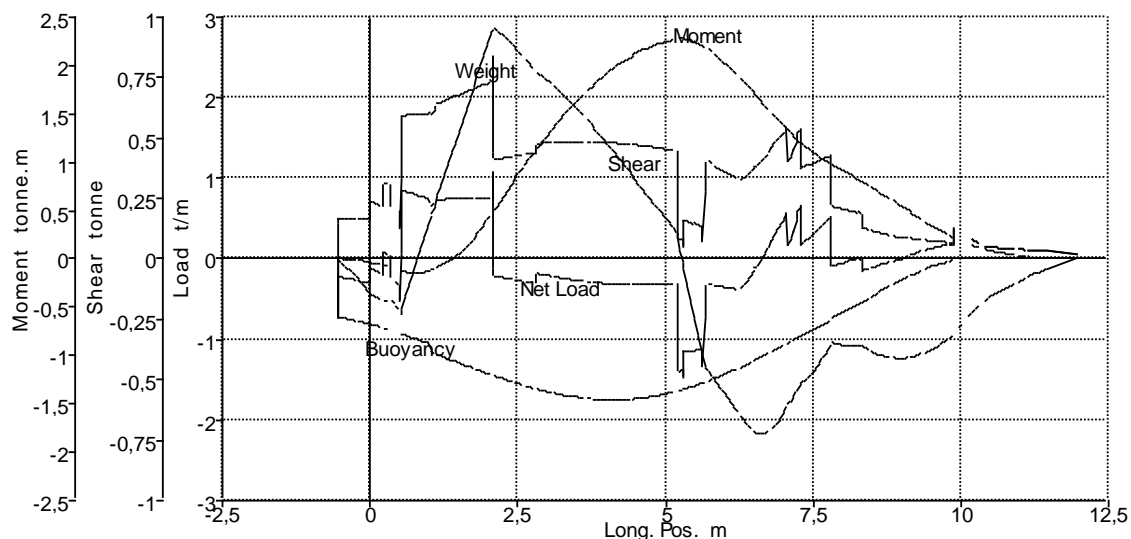
Gráfica 6. Resistencia longitudinal situación de carga 1

## 6.2. Salida del caladero con el 100% de pesca y 35% de los consumos



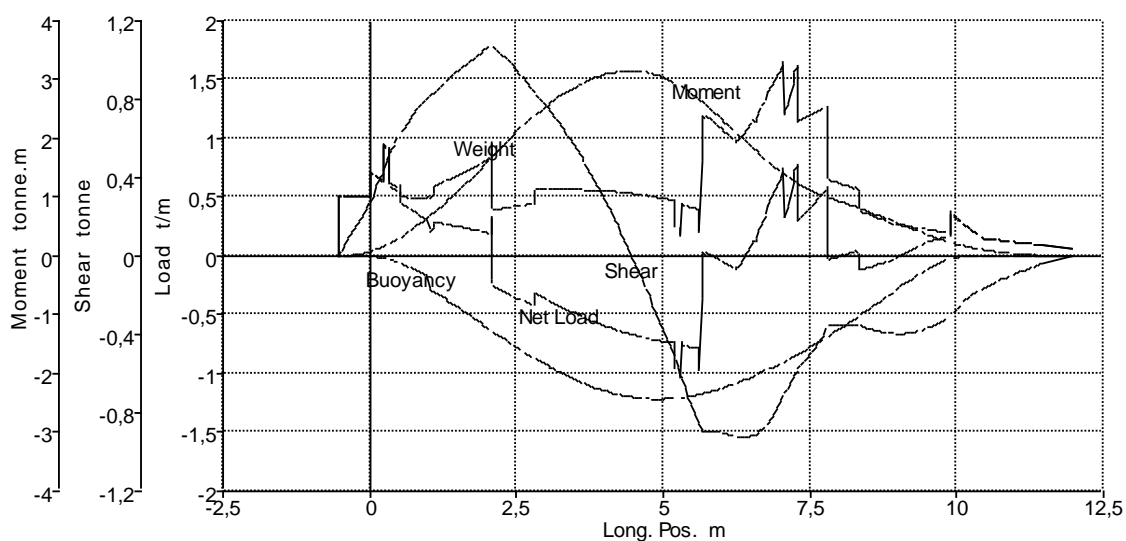
Gráfica 7. Resistencia longitudinal situación de carga 2

### 6.3. Llegada a puerto con el 100% de la pesca y el 10% de los consumos



Gráfica 8. Resistencia longitudinal situación de carga 3

### 6.4. Llegada a puerto con el 20% de la pesca y el 10% de los consumibles



**Gráfica 9. Resistencia longitudinal situación de carga 4**

## 7. Bibliografía

---

- [1] “Directrices de aplicación voluntaria para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros pequeños”, 2005 de la OMI.
- [2] “Hidrostática y Estabilidad”. Luis Pérez Rojas. ETSIN.



# “Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”

---

Cuaderno Nº 13

## Presupuesto

### **Alumnos:**

*Daniel Leante Darricau*  
*Laura Alba García Marugán*

### **Tutores:**

*José Fernando Núñez Básañez*  
*David Gutiérrez Díaz*

### **Cotutores en la universidad de acogida (ESPOL):**

*Cristóbal Mariscal*  
*Bolivar Vaca*

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Coste de la embarcación</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Proyecto</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Construcción</b>	<b>4</b>
2.2.1. Estructura	4
2.2.2. Estructura del fondo y los costados	7
2.2.3. Cálculo de los costes de los elementos	8
2.2.4. Cubierta	8
2.2.5. Estructura del fondo y los costados	9
2.2.6. Mano de obra	9
<b>2.3. Tabla resumen</b>	<b>11</b>
<b>2.4. Coste del equipo y de la habilitación</b>	<b>13</b>
2.4.1. Coste del equipo de gobierno	13
2.4.2. Coste del equipo de salvamento	13
2.4.3. Coste del equipo contra incendios	13
2.4.4. Coste del equipo de fondeo y amarre	14
2.4.5. Coste de la instalación eléctrica	14
2.4.6. Coste del equipo de navegación	14
2.4.7. Coste de la habilitación	14
2.4.8. Coste de las artes de pesca	15
2.4.9. Coste de la mano de obra de instalación	15
<b>2.5. Tabla resumen</b>	<b>16</b>
<b>2.6. Coste de la propulsión</b>	<b>18</b>
2.6.1. Coste de la hélice y línea de ejes	18
2.6.2. Coste del motor y la reductora	18
2.6.3. Otros	18
2.6.4. Mano de obra de la instalación	18
<b>2.7. Tabla resumen</b>	<b>19</b>

2.1.	Costes burocráticos, impuestos y certificados	20
3.	Coste total	20
4.	Financiación	21
5.	Bibliografía	22
6.	Anexo: detalles del crédito	23

## TABLAS

Tabla 1:	Costes de la estructura	12
Tabla 2:	Costes del equipo y la habilitación	17
Tabla 3:	Costes de la propulsión	19
Tabla 4:	Detalles del crédito	24

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Gráfico de costes.	20
----------------	--------------------	----

## 1. Introducción

---

El objetivo de este documento es calcular el presupuesto de la embarcación, y su financiación.

Para ello separamos los costes en varias partidas:

- Proyecto técnico.
- El coste de la embarcación.
- Impuestos y certificados.

Para posteriormente estudiar la financiación a través de una línea de crédito del Banco de Ecuador.

Existen diferentes enfoques posibles para la ejecución de este proyecto, la primera es la construcción por los medios que viene siendo habitual en la actualidad, es decir la construcción de la embarcación por una factoría naval por encargo de un armador; otra posibilidad es la construcción de la embarcación por una cooperativa de pescadores con apoyo de expertos o con un acuerdo con una factoría naval. El reparto de cada coste no será detallado en este documento, ya que existen una infinidad de posibilidades.

## 2. Coste de la embarcación

---

El coste de la embarcación se puede separar en:

- Coste del proyecto.
- Coste de la construcción.
- Coste del equipo y la habilitación.
- Coste de la propulsión.
- Costes burocráticos impuestos y certificados.

### 2.1. Proyecto

---

En el coste del proyecto se incluye el coste de los estudios previos a la realización del proyecto de la embarcación, es decir, los costes dedicados a la identificación y recogida de información; los costes de la realización del proyecto de diseño de la embarcación.



Los costes de la identificación del proyecto se cifran en 13.000\$US, contando las becas de los alumnos que se desplazaron a Ecuador así como los transportes internos.

El proyecto de diseño se fija en un 5 % del coste de la embarcación, lo que en nuestro caso da una cantidad de 3.621 \$US.

## 2.2. Construcción

---

El coste de la embarcación física incluye los costes de la estructura, el sistema de propulsión, el resto de equipos y la habilitación.

### 2.2.1. Estructura

---

El cálculo del coste de la estructura se detallará estudiando cada elemento fabricado.

Para el cálculo de estos costes se realizará una división, separando los costes de material y los de mano de obra.

El coste de material se calculará por cada capa de laminado de los diferentes elementos y el núcleo cuando corresponda.

Siendo conocidas las capas de cada laminado y sabiendo la superficie que debe ocupar cada laminado se puede realizar una estimación bastante exacta de su coste.

#### 2.2.1.1. Cálculo de costes específicos

---

Para ello es necesario calcular primero el coste específico de cada laminado por metro cuadrado de superficie, costes específicos superficiales.

Conociendo el número de capas de la fibra de vidrio de ambos tipos, el porcentaje de fibra de vidrio y los costes por kilogramo, calcularemos el coste específico de la siguiente manera:

$$C_{le} = n_1 \cdot P_1 \cdot C_1 + n_2 \cdot P_2 \cdot C_2 + (1 - p_{fv}) \cdot P_{le} \cdot C_R$$

Siendo:

$C_{le}$ , coste específico del laminado estructural, \$US/m<sup>2</sup>.

$n_1, n_2$ , número de capas de fibra de vidrio de cada tipo.

$P_1, P_2$ , pesos específicos de fibra de vidrio de cada la minado,  $kg/m^2$ .

$C_1, C_2$ , coste específico de cada capa de fibra de vidrio,  $\$/kg$ .

$p_{fv}$ , porcentaje de fibra de vidrio del laminado.

$P_{le}$ , peso específico del laminado estructural,  $kg/m^2$ .

$C_R$ , coste específico de la resina de poliéster,  $\$/kg$ .

A este coste del laminado estructural, habrá que sumarle el coste del gelcoat, el topcoat y la primera capa de protección. Además del núcleo y el segundo laminado, en los casos de laminado tipo sándwich.

$$C_{Tl} = C_{le} + C_{gel} + C_{top} + C_{1^{ac}}$$

Para realizar estos cálculos supondremos un coste del MAT 450 por kilogramos de 3,3  $\$/US$ , un coste del roving 800 de 3,8  $\$/US$  por kilogramo y un coste de la resina de 2,7  $\$/US$  por kg. Para los núcleos se supone un coste de la madera de balsa de 35  $\$/US/m^3$ , y del poliuretano de 40  $\$/US/m^3$ .

Con estos datos podemos obtener el coste específico buscado, para cada laminado y cada refuerzo de la embarcación.

#### 2.2.1.2. Forro

En el caso del fondo y el pantoque, está compuesto por 5 capas de mat de 450  $g/m^2$  y 4 capas de tejido de 800  $g/m^2$ , siendo el peso del laminado estructural de 13,9  $kg/m^2$  y su el porcentaje en fibra de vidrio del laminado estructural es de 39%.

De esta manera tenemos:

$$C_{le} = 5 \cdot \frac{450}{1000} \cdot 3,3 + 4 \cdot \frac{800}{1000} \cdot 3,8 + (1 - 0,39) \cdot 13,9 \cdot 2,72 = 42,6 \$/m^2$$

Considerando de la misma manera las capas de gelcoat, topcoat y la primera capa de protección tenemos que este conjunto aumenta el precio en  $3,5 \text{ } \$US/m^2$ , finalmente queda un coste de  $46,1 \text{ } \$US/m^2$ .

Para el costado, realizando los cálculos de la misma manera, consta de 4 capas de mat de  $450 \text{ } g/m^2$  y 3 de tejido de  $800 \text{ } g/m^2$ , con un porcentaje en peso de 39% y un peso específico de  $10,8 \text{ } kg/m^2$ , con lo que el coste específico para esta zona es de  $36,5 \text{ } \$US/m^2$ .

### 2.2.1.3. Cubierta

---

La cubierta de la embarcación se construirá en laminado sándwich, por lo que a los cálculos anteriores hay que añadirle el peso del núcleo, en este caso de madera de balsa, y multiplicar el peso del laminado por dos.

Siendo el espesor de la capa de madera de balsa de 10 mm, y con un coste de  $35 \text{ } \$US/m^3$  tenemos finalmente un coste de  $0,35 \text{ } \$US/m^2$ .

Este laminado consta de 2 capas de mat de  $450 \text{ } g/m^2$  y una de tejido de  $800 \text{ } g/m^2$ , con un porcentaje en fibra de 37%, y un peso específico de  $4,6 \text{ } kg/m^2$ , con lo que el coste específico de cada cara, para el laminado estructural es de  $13,9 \text{ } \$US/m^2$ .

Considerando las dos caras del sándwich, el núcleo, la primera capa, el gelcoat y el topcoat, nos queda un coste específico de  $31,7 \text{ } \$US/m^2$ .

## 2.2.2. Estructura del fondo y los costados

---

El laminado para los refuerzos de estas zonas consta de 4 capas de mat de  $450 \text{ g/m}^2$  y 2 de tejido de  $800 \text{ g/m}^2$ , con un porcentaje en fibra de vidrio de 37%, y una densidad superficial de  $9,2 \text{ kg/m}^2$ .

Con ello resulta un coste específico de  $31,3 \text{ \$US/m}^2$ .

Conociendo este coste específico y el perímetro del refuerzo obtenemos el coste específico por metro de refuerzo del laminado.

El coste específico del núcleo de los refuerzos basta con conocer el área interior de los refuerzos y multiplicarlo por el coste por metro cúbico,  $40 \text{ \$US/m}^3$ .

Para conocer el coste específico total por metro de refuerzo sumamos los dos valores anteriores.

Para el caso que nos ocupa, el coste específico por metro de refuerzo es de  $10,6 \text{ \$US/m}$ .

Para el caso de los longitudinales, tanto de fondo como de costado, y las bulárcamas, las características del refuerzo son las mismas.

### 2.2.2.1. Estructura de cubierta

---

Los refuerzos de la cubierta están formados por los baos, tanto de las bulárcamas como de las cuadernas, y de las esloras. Todas ellas con el mismo laminado que los refuerzos del apartado anterior.

Las características de las esloras, y de las bulárcamas, son iguales a las anteriores.

Para el cálculo del coste específico por metro de las cuadernas y sus baos, y los baos de las bulárcamas procedemos de igual forma que en el apartado anterior.

En el caso de las cuadernas y sus baos el coste específico es de  $5,8 \text{ \$US/m}$ .

Los baos de las bulárcamas tienen un coste específico de  $12,6 \text{ \$US/m}$ .

#### 2.2.2.2. Mamparos

---

En este caso se realizará un sándwich igual al considerado para la cubierta. Cuyo coste se detalla en la tabla resumen.

#### 2.2.2.3. Superestructura

---

Para el caso de la superestructura el laminado será igual que el del costado. Cuyo coste se detalla en la tabla resumen.

### 2.2.3. Cálculo de los costes de los elementos

---

El cálculo del coste del material de la embarcación se realiza a partir de las superficies del casco y las longitudes de los refuerzos calculados en el documento correspondiente a los pesos y centros de gravedad.

Para ello simplemente se multiplican los valores hallados arriba por las superficies de laminado o las longitudes de refuerzo.

#### 2.2.3.1. Forro

---

En el caso del forro de la embarcación se han calculado, mediante el ordenador, con el programa informático Rhinoceros, las áreas de las superficies del mismo, separadas en fondo y pantoques, y costado.

Siendo el área del fondo y pantoque  $51,6 \text{ m}^2$ , y el del costado  $20,7 \text{ m}^2$ .

Estas multiplicadas por sus costes específicos, de  $46,1$  y  $36,5 \text{ \$US/m}^2$  respectivamente, nos dan los costes.

Estos costes son de  $2379 \text{ \$US}$  para el fondo y pantoques; y de  $756 \text{ \$US}$  para el costado.

#### 2.2.4. Cubierta

---

Para el cálculo del coste de la cubierta se procede del mismo modo.

Siendo el área  $39,23 \text{ m}^2$  y el precio específico de  $31,7 \text{ \$US/m}^2$ , tenemos un coste de la cubierta de  $1243 \text{ \$US}$ .

## 2.2.5. Estructura del fondo y los costados

---

Para el cálculo del peso de los refuerzos de la embarcación se procede de forma similar, es decir se calcula informáticamente la longitud de cada refuerzo multiplicando luego por el coste específico por metro, estando todos los detalles en la tabla resumen.

De esta manera, en el caso de los longitudinales de fondo y costado, y de la quilla, la suma de los costes de sus materiales es de 636 \$US.

En el caso de las bulárcamas la suma de sus costes es de 356 \$US.

Para las cuadernas y sus baos es de 708 \$US.

### 2.2.5.1. Estructura de cubierta

---

El coste de los baos de las cuadernas ha sido incluido en el cálculo anterior.

La suma de los costes de las bulárcamas es de 290 \$US.

La embarcación constará de 2 esloras, el coste conjunto de estas es de 252 \$US.

### 2.2.5.2. Mamparos

---

Los mamparos en su conjunto tienen un coste de 568,8 \$US.

### 2.2.5.3. Superestructura

---

La superestructura consta del espacio para el puente, la cocina y el baño. El coste de esta superestructura es de 884 \$US.

## 2.2.6. Mano de obra

---

El cálculo del coste de la mano de obra necesaria para la construcción de la embarcación se ha realizado, asimismo, calculando un coste por metro cuadrado laminado.

Para ello se ha supuesto un coste por el trabajo de los laminadores de 600 \$US/mes, y se han supuesto 160 horas hábiles al mes.

Se ha supuesto que un laminador tarda una hora en realizar cada capa de laminado cuando este es del forro, 1,1 horas cuando se trata de laminación para sándwich y 1,2 horas en el laminado de los refuerzos.

Con estos datos, se calculan los costes de la misma manera que se calcularon los costes anteriores.

Estos costes se detallan en la tabla resumen de este apartado.

A estos costes hay que añadir también los jefes de obra de la construcción, se estima que su trabajo costará  $800 \text{ \$US/mes}$ , suponiendo que supervise 2 embarcaciones aproximadamente, para cada embarcación supondrá un coste de  $400 \text{ \$US/mes}$ .

Siendo el coste total de los materiales de la estructura de  $8564 \text{ \$US}$ , el coste de la mano de obra necesaria  $5168 \text{ \$US}$ , el coste total de esta partida es de  $14132 \text{ \$US}$ .

## Tabla resumen

Grupo	Identificador	Superficie (m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Costes	
				Materiales (\$US)	mano de obra (\$US)
Forro		51,59		2379,79	1741,08
		20,70		756,96	543,49
Cubierta		39,23		1243,16	485,47
Estr. fondo y costado	Longit.				
	L-2		11,11	117,57	96,32
	L-1		12,04	127,40	104,37
	L0		13,83	146,27	119,82
	L1		12,04	127,40	104,37
	L2		11,11	117,57	96,32
	Bularc.				
	C1		3,906	41,32	33,85
	C4		5,291	55,98	45,86
	C7		5,202	55,04	45,09
	C10 (CM)		5,054	53,47	43,80
	C13		4,445	47,03	38,52
	C16		5,417	57,31	46,95
	C19		4,34	45,92	37,61
	Cuad.+baos			708,02	341,83
	Bao Bularc.				
	BB1		3,15	39,74	29,89
	BB4		3,38	42,56	32,01
	BB7		3,53	44,49	33,46



Estr. de cubierta	BB10 (CM)		3,52	44,31	33,33
	BB13		3,18	40,08	30,15
	BB16		3,41	43,00	32,35
	BB19		2,84	35,81	26,93
	Esl.				
	E-1		11,93	126,17	103,36
	E1		11,93	126,17	103,36
Mamparos	M. C1	1,82		57,67	22,52
	M. C4	2,56		81,12	31,68
	M. C10	3,16		100,14	39,11
	M. C10cofferdam	3,16		100,14	39,11
	M. C15	4,38		138,80	54,20
	M. 19	1,84		58,31	22,77
	M. C20	1,03		32,64	12,75
Superestructura		27,90		884,11	345,26
TOTALES				7785,49	4698,86

Tabla 1: Costes de la estructura

## 2.4.

## Coste del equipo y de la habilitación

---

Se describen en este apartado, de forma general, los costes de los equipos y elementos de la habilitación.

Detallándose posteriormente en una tabla al final de este apartado estos costes.

### 2.4.1. Coste del equipo de gobierno

---

El equipo de gobierno consta principalmente de: timón, mecha, servomotor, estructura de soporte del timón y la caña de fortuna.

El coste total de estos elementos se estima en 800 \$US, detallados en la tabla resumen.

### 2.4.2. Coste del equipo de salvamento

---

El equipo necesario, como se ha visto en el documento correspondiente, es:

- Embarcación de supervivencia. que estará situada encima de la superestructura.
- Escalas de embarque, situadas a las bandas de la embarcación.
- Chalecos salvavidas, que estarán situados en el puente.
- Aros salvavidas, estibados para su rápida utilización en cubierta.
- Señales de socorro.
- Respondedor de radar.
- Botiquín y guía sanitaria.
- Tablas de señales de salvamento.

El coste estimado de este conjunto es de 1970 \$US.

### 2.4.3. Coste del equipo contraincendios

---

El equipo necesario es:

- Sistema de detención pasiva.
- Sistemas de detección de incendios y sistemas de alarmas.
- Bombas contraincendios.
- Bocas, mangueras y lanzas contraincendios.

El coste del conjunto de estos elementos es de 200 \$US.

#### **2.4.4. Coste del equipo de fondeo y amarre**

---

El equipo necesario es:

- Un ancla.
- un largo de cadena.
- 45 metros de cable.

El coste estimado de estos equipos es de 1300 \$US.

#### **2.4.5. Coste de la instalación eléctrica**

---

Cables, luces, interruptores, cuadro eléctrico, etc. Se estima su coste en 200 \$US.

#### **2.4.6. Coste del equipo de navegación**

---

El coste de la electrónica e instrumentos, documentos, etc. Se estima en 800 \$US.

#### **2.4.7. Coste de la habilitación**

---

El coste de la habilitación consta de los elementos necesarios en el puente, cocina, baño y camarote.

##### **2.4.7.1. Coste del baño**

---

El baño consta de los siguientes elementos: WC, lavabo, mobiliario, tuberías y valvulería.

En su conjunto el coste es de 210 \$US.

##### **2.4.7.2. Coste de la cocina**

---

La cocina consta de: fregadero, fogones, mobiliario, tuberías y valvulería.

En su conjunto el coste es de 220 \$US.

#### **2.4.7.3. Coste del camarote**

---

En el camarote se contará con el peso de las camas, el mobiliario y la escalera de acceso.

En su conjunto el coste es de 290 \$US.

#### **2.4.8. Coste de las artes de pesca**

---

El coste de las artes de pesca de la embarcación se estima en 500 \$US.

#### **2.4.9. Coste de la mano de obra de instalación**

---

Los costes de la mano de obra de instalación de los elementos de los equipos y la habilitación, están detallados en la tabla resumen, su suma se estima en 1549 \$US.

De esta manera el conjunto del coste de los equipos incluyendo la mano de obra de instalación es de 8249 \$US.

## Tabla resumen

Grupo	Elemento	Costes	
		Materiales (\$US)	Mano de obra (\$US)
Equipo de gobierno	Timón	150	60
	Mecha	100	40
	Servomotor	400	160
	Caña de fortuna	100	40
	Estructura soporte	50	20
Equipo de salvamento	Embarcación de supervivencia, chalecos, aros, etc.	1970	200
Equipo contraincendios	Detección, alarmas, extintores, etc.	200	80
Equipo de fondeo y amarre	Ancla	400	0
	Cadena	400	0
	Acastillaje, molinete, bitas, amarras, etc.	500	150
Instalación eléctrica	Luces, interruptores, cuadro, etc.	200	100
Equipo de navegación	Electrónica, documentos, varios.	800	240
Habilitación	Puente		
	Asientos	70	28
	Mobiliario	150	60
	Cama	40	16
	Baño		
	Lavabo	30	12
	WC	80	32
	Mobiliario	100	40

	Cocina		
	Fogones	50	20
	Fregadero	30	12
	Mobiliario	100	40
	Nevera para hielo	40	16
	Camarote		
	Escalera	70	35
	3 literas	120	48
	Mobiliario	100	50
Arte		500	50
<b>TOTALES</b>		<b>6700</b>	<b>1549</b>

**Tabla 2: Costes del equipo y la habilitación**

## **2.6. Coste de la propulsión**

---

### **2.6.1. Coste de la hélice y línea de ejes**

---

El coste de la hélice se estima en 1200 \$US, siendo el coste de la línea de ejes de 400 \$US.

### **2.6.2. Coste del motor y la reductora**

---

El coste del motor es de 30000 \$US, siendo el coste de la reductora de 800 \$US.

### **2.6.3. Otros**

---

Además hay que tener en cuenta otros equipos instalados en la cámara de máquinas. Entre estos equipos podemos destacar, bombas, tuberías, purificadora, depósito de aceite hidráulico, la bocina, el prensaestopas y varias cosas menores como el aislamiento y las pinturas. Asimismo se debe tener en cuenta el coste de las baterías.

Este conjunto tiene un coste de 1120 \$US.

### **2.6.4. Mano de obra de la instalación**

---

El coste de la mano de obra de la instalación de este conjunto suma 2851 \$US, estando detallado en la tabla resumen.

## 2.7. Tabla resumen

Grupo	Elemento	Costes	
		Materiales (\$US)	Mano de obra (\$US)
Propulsión	Motor	30000	6900
	Reductora	800	256
	Eje	400	128
	Hélice	1200	384
	Baterías	400	128
Otros	Bombas	400	128
	Depósito hidráulico	20	6,4
	Varios	300	96
TOTALES		33520	8026,4

Tabla 3: Costes de la propulsión



## 2.1. Costes burocráticos, impuestos y certificados

Los costes burocráticos, impuestos y certificados, incluyen: impuestos sobre beneficios en caso de que aplique, certificado de arqueo, avalúo y clasificación, permiso de pesca, certificado de registro de la propiedad, inspección de seguridad, matrícula, etc.

El coste de los impuestos y certificados necesarios para comenzar la operación de la embarcación se estima en un 1,5% del coste total, es decir, 1086 \$US.

## 3. Coste total

El coste final, con un 10% de margen sobre el coste de la estructura, equipos y habilitación y propulsión, se puede estimar en 72.426 \$US.

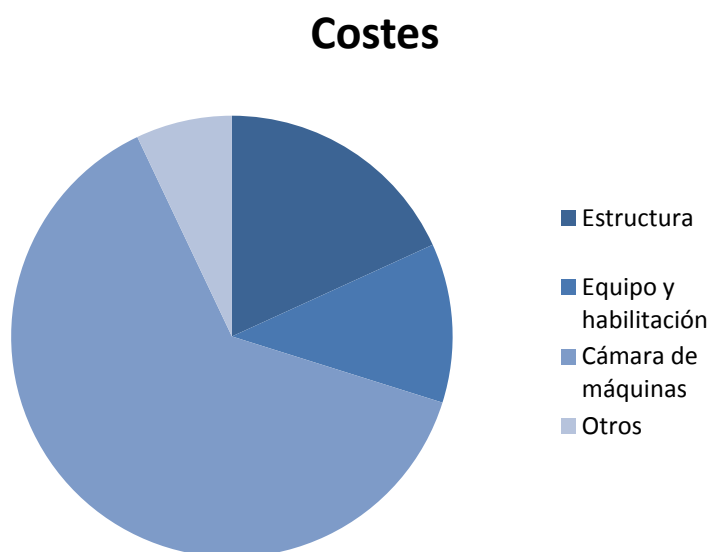


Ilustración 1: Gráfico de costes.

## 4. Financiación

---

Como se dijo al principio de este documento se propone la financiación de la embarcación con un crédito del Banco de Ecuador.

El Banco de Ecuador concede préstamos para PYMES a un interés del 11,2%; como primera estimación no se incluye comisión de apertura ni gastos de estudio. Considerando un crédito a 5 años por el sistema francés, el pago mensual sería de 1.581,95 \$US. Se anexa la tabla del crédito. Los detalles de los pagos e intereses están anexados más abajo.

## 5. Bibliografía

---

- [1] <http://www.bce.fin.ec/docs.php?path=documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>
- [2] <http://www.solveaecuador.com>
- [3] [http://www.cfsnet.co.uk/acatalog/Easylam\\_Polyester\\_Resin.html](http://www.cfsnet.co.uk/acatalog/Easylam_Polyester_Resin.html)

## 6. Anexo: detalles del crédito

MES	INTERESES	AMORTIZACIÓN	PAGO TOTAL	SALDO PENDIENTE
1	675,98	905,97	1.581,95	71.520,03
2	667,52	914,43	1.581,95	70.605,60
3	658,99	922,96	1.581,95	69.682,63
4	650,37	931,58	1.581,95	68.751,05
5	641,68	940,27	1.581,95	67.810,78
6	632,90	949,05	1.581,95	66.861,73
7	624,04	957,91	1.581,95	65.903,82
8	615,10	966,85	1.581,95	64.936,97
9	606,08	975,87	1.581,95	63.961,10
10	596,97	984,98	1.581,95	62.976,12
11	587,78	994,17	1.581,95	61.981,95
12	578,50	1.003,45	1.581,95	60.978,50
13	569,13	1.012,82	1.581,95	59.965,68
14	559,68	1.022,27	1.581,95	58.943,41
15	550,14	1.031,81	1.581,95	57.911,60
16	540,51	1.041,44	1.581,95	56.870,15
17	530,79	1.051,16	1.581,95	55.818,99
18	520,98	1.060,97	1.581,95	54.758,02
19	511,07	1.070,88	1.581,95	53.687,14
20	501,08	1.080,87	1.581,95	52.606,27
21	490,99	1.090,96	1.581,95	51.515,32
22	480,81	1.101,14	1.581,95	50.414,17
23	470,53	1.111,42	1.581,95	49.302,76
24	460,16	1.121,79	1.581,95	48.180,97
25	449,69	1.132,26	1.581,95	47.048,70
26	439,12	1.142,83	1.581,95	45.905,87
27	428,45	1.153,50	1.581,95	44.752,38
28	417,69	1.164,26	1.581,95	43.588,12
29	406,82	1.175,13	1.581,95	42.412,99
30	395,85	1.186,10	1.581,95	41.226,89
31	384,78	1.197,17	1.581,95	40.029,73
32	373,61	1.208,34	1.581,95	38.821,39
33	362,33	1.219,62	1.581,95	37.601,77
34	350,95	1.231,00	1.581,95	36.370,77
35	339,46	1.242,49	1.581,95	35.128,28
36	327,86	1.254,09	1.581,95	33.874,20
37	316,16	1.265,79	1.581,95	32.608,40
38	304,35	1.277,61	1.581,95	31.330,80
39	292,42	1.289,53	1.581,95	30.041,27
40	280,39	1.301,57	1.581,95	28.739,70

41	268,24	1.313,71	1.581,95	27.425,99
42	255,98	1.325,97	1.581,95	26.100,02
43	243,60	1.338,35	1.581,95	24.761,67
44	231,11	1.350,84	1.581,95	23.410,83
45	218,50	1.363,45	1.581,95	22.047,38
46	205,78	1.376,17	1.581,95	20.671,20
47	192,93	1.389,02	1.581,95	19.282,18
48	179,97	1.401,98	1.581,95	17.880,20
49	166,88	1.415,07	1.581,95	16.465,13
50	153,67	1.428,28	1.581,95	15.036,86
51	140,34	1.441,61	1.581,95	13.595,25
52	126,89	1.455,06	1.581,95	12.140,19
53	113,31	1.468,64	1.581,95	10.671,55
54	99,60	1.482,35	1.581,95	9.189,20
55	85,77	1.496,18	1.581,95	7.693,01
56	71,80	1.510,15	1.581,95	6.182,86
57	57,71	1.524,24	1.581,95	4.658,62
58	43,48	1.538,47	1.581,95	3.120,15
59	29,12	1.552,83	1.581,95	1.567,32
60	14,63	1.567,32	1.581,95	0,00

**Tabla 4: Detalles del crédito**



# **“Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador”**

---

**Cuaderno Nº 14**

**Memoria Final**

***Alumnos:***

*Daniel Leante Darricau  
Laura Alba García Marugán*

***Tutores:***

*José Fernando Núñez Básañez  
David Gutiérrez Díaz*

***Cotutores en la universidad de acogida (ESPOL):***

*Cristóbal Mariscal  
Bolívar Vaca*

## ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Descripción del proyecto y mecanismo de ejecución	3
2.1. Descripción resumida del proyecto	3
2.2. Mecanismos de ejecución	3
3. Grado de cumplimiento	4
3.1. Grado de cumplimiento de los objetivos	4
3.2. Grado de cumplimiento de los resultados esperados	5
3.3. Cumplimiento de las actividades previstas	6
4. Valoración del proyecto	7
4.1. Pertinencia	7
4.2. Eficacia	7
4.3. Impacto	7
4.3.1. Social	7
4.3.2. Económico	7
4.3.3. Medioambiental	7
4.4. Viabilidad y sostenibilidad	8
4.4.1. Social	8
4.4.2. Capacidad institucional	8
4.4.3. Políticas de apoyo	8
4.4.4. Tecnología	8
4.4.5. Económica	9
5. Observaciones sobre perspectivas futuras	9
6. Agradecimientos	10



## TABLAS

---

Tabla 1. Grado de cumplimiento de los objetivos del proyecto	5
Tabla 2. Grado de cumplimiento de los resultados esperados	5
Tabla 3. Grado de cumplimiento de las actividades previstas	6



## 1. Introducción

---

El objetivo de este cuaderno es evaluar el cumplimiento de los objetivos iniciales del proyecto, así como de los resultados esperados y de las actividades previstas.

## 2. Descripción del proyecto y mecanismo de ejecución

---

### 2.1. Descripción resumida del proyecto

---

El Objetivo General del Proyecto es mejorar la competitividad y la sostenibilidad de la pesca artesanal con vista a contribuir al desarrollo humano de las comunidades pesqueras de la costa continental de Ecuador

- Mejorando la calidad y la sostenibilidad de los servicios requeridos para la pesca
- Organizando y mejorando las Organizaciones de Productores de la Pesca
- Modernizando las embarcaciones dedicadas a este tipo de pesca, aumentando la seguridad y la tecnificación, Con un manejo sosteniblemente los recursos pesqueros

### 2.2. Mecanismos de ejecución

---

Se realizaron reuniones con autoridades e instituciones: Profesores de la ESPOL, Subsecretaría de Recursos Pesqueros, Dirección Nacional de Espacios Acuáticos, Instituto Nacional de Pesca, Inspectorías de Pesca, FENACOPEC, y visitas a los puertos y reuniones con las cooperativas pesqueras a lo largo de toda la costa continental de Ecuador: El Oro, Guayas, Santa Elena, Manabí y Esmeraldas.

Con la información recogida, se ha realizado un estudio del tipo de pesca en Ecuador, que incluye tanto la tipología de sus artes de pesca, así como de las embarcaciones y especies objetivo en cada una de las áreas visitadas.

Una vez realizado el estudio de pesca y analizar las problemática del sector, se ha realizado el proyecto de una embarcación enfocada a la pesca del dorado en su temporada y de atún fuera de ella, ambas capturadas por medio del palangre de superficie.

### 3. Grado de cumplimiento

#### 3.1. Grado de cumplimiento de los objetivos

Objetivo general	
<p><i>Previsto al inicio del proyecto:</i></p> <p>El Objetivo General del Proyecto es mejorar la competitividad y la sostenibilidad de la pesca artesanal ecuatoriana con vista a contribuir al desarrollo humano de las comunidades pesqueras de la costa continental de Ecuador.</p>	<p><i>Logros:</i></p> <p>No se ha conseguido en un periodo de tiempo tan corto.</p>
Objetivos específicos	
<i>Previsto al inicio del proyecto:</i>	<i>Logros</i>
1. Mejorar la calidad y la sostenibilidad de los servicios requeridos para la captura, el desembarque, y la comercialización del producto de la pesca artesanal en los puertos pesqueros.	1. En proceso. La modernización de las embarcaciones (captura) y los terminales pesqueros en desarrollo por la SRP (desembarque y comercialización) conseguirían el logro de este objetivo.
2. Organizar y mejorar las Organizaciones de Productores de la Pesca.	2. No. Sólo facilitado por nuestro apoyo a que sigan organizándose y mejorando, en las reuniones.
3. Modernizar las embarcaciones dedicadas a este tipo de pesca, aumentando la seguridad y la tecnificación de las tareas de pesca, mediante la realización de aquellos Proyectos Básicos que se estimen adecuados, una vez analizadas las disponibilidades técnicas del país y su know how.	3. Proyecto de una embarcación enfocada a la pesca del dorado en su temporada y de atún fuera de ella, ambas capturadas por medio del palangre de superficie.

4. Manejar, conservar y aprovechar sosteniblemente los recursos pesqueros que se encuentren en los ecosistemas marinos de la costa continental de Ecuador.	4. No se han conseguido.
--	--------------------------

**Tabla 1. Grado de cumplimiento de los objetivos del proyecto**

### 3.2. Grado de cumplimiento de los resultados esperados

Resultados esperados	
Previstos al inicio del proyecto:	Logrados:
1. Estimación de las capturas de la Comunidad y del esfuerzo pesquero para conseguir la sostenibilidad.	1. Se tienen estimaciones no totalmente fiables. Una estimación del esfuerzo pesquero se tiene gracias a la caracterización de embarcaciones.
2. Mejora de la calidad y cantidad de los productos pesqueros desembarcados	2. No. Sería resultado de la ejecución del proyecto final.
3. Caracterización de los flujos de riqueza económica, ingresos de la población, fuentes de riqueza.	3. Obtenido solo en parte, los ingresos por pesca.
4. Constitución de microempresas y/o Asociaciones Profesionales de Productores de la pesca.	4. No. Sería resultado de la ejecución del proyecto final.
5. Renovación de las flotas de la pesca artesanal y de su equipamiento.	5. No. Sería resultado de la ejecución del proyecto final.
6. La formación técnica y económica de los colectivos de los pescadores seleccionados.	6. . No.

**Tabla 2. Grado de cumplimiento de los resultados esperados**

### 3.3. Cumplimiento de las actividades previstas

Actividades previstas	
Previstas al inicio del proyecto:	Realizadas:
1. Selección de la Comunidad piloto.	1. No se ha seleccionado una comunidad piloto única. Se ha realizado el proyecto de una embarcación que se adaptase a las necesidades de la mayoría de los pescadores artesanales.
2. Recogida de indicadores verificables.	2. Si.
3. Caracterización de embarcaciones (número, potencia, artes, eslora/capacidad).	3. Si, dentro de las posibilidades.
4. Estudio tipo de pesca y comercialización (especies, artes, épocas del año, descartes por si se pueden revalorizar, exportaciones y consumo local por especies).	4. Si los tres primeros puntos y más importantes, y las exportaciones. No se cuantificaron los descartes ni el consumo por especie concreta, dadas las dificultades.
5. Estudio socioeconómico de la Comunidad piloto.	5. Si. Apoyándonos en estudios ya existentes.
6. Estudio de sostenibilidad económica, social (con interés especial del empleo femenino en las actividades en tierra) y medioambiental sobre todo en la mejora de las condiciones higiénico-sanitarias de los pescadores y de sus familias.	6. No. Pero se ha observado la posibilidad de incorporar a la mujer en la comercialización de la pesca.
7. Análisis de las embarcaciones apropiadas.	7. Si.
8. Estudio de microempresas y de Organizaciones Profesionales de Pescadores.	8. No.

**Tabla 3. Grado de cumplimiento de las actividades previstas**

## 4. Valoración del proyecto

---

### 4.1. Pertinencia

---

Este proyecto cumple con la línea marcada por las instituciones y con los beneficiarios (los pescadores, siendo sus interlocutores las cooperativas y la propia FENACOPEC), poniendonos en contacto con ellos y tratando las soluciones más adecuadas.

Es necesario hablar con los más pobres, las cooperativas y la FENACOPEC dan prioridad a las necesidades de los puertos más grandes, una concienciación en ese sentido no sería mala.

Así, cubriendo este proyecto las necesidades identificadas, siempre es mejorable, sobre todo en la identificación de los más pobres.

### 4.2. Eficacia

---

Como se apunta en los apartados anteriores, no se puede constatar hasta qué punto se cumplirá los objetivos específicos, dado que algunos resultados sólo se podrían valorar en la ejecución final del proyecto.

### 4.3. Impacto

---

#### 4.3.1. Social

---

Se ha concienciado a los posibles beneficiarios de los límites existentes para la solución técnica de sus problemáticas.

Se han creado expectativas en las cooperativas visitadas a pesar de haber puesto "freno" a este impacto conocido y ser los beneficiarios conscientes de que nuestro aporte es académico.

#### 4.3.2. Económico

---

Este impacto se podrá evaluar en la ejecución del proyecto.

#### 4.3.3. Medioambiental

---

Igual que en el caso económico, este impacto se podrá evaluar en la ejecución del proyecto.

#### 4.4. Viabilidad y sostenibilidad

---

##### 4.4.1. Social

---

El apoyo ha sido absoluto, con interés total hacia el proyecto ideado, facilitándonos toda la información existente. Y en algunos casos pidiendo los documentos explícitamente para la ejecución autónoma del proyecto, para la construcción de las embarcaciones.

##### 4.4.2. Capacidad institucional

---

Existe un amplio interés por la pesca artesanal y su modernización en todas las instituciones involucradas y su capacidad, aunque con carencias, es suficiente. El empoderamiento de las cooperativas en los últimos años es significativo, teniendo capacidad, algunas de ellas, para su ejecución.

##### 4.4.3. Políticas de apoyo

---

El marco del proyecto es el Plan de Acción para la Pesca Artesanal de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros dentro del Plan Nacional de Desarrollo del Sub-sector Pesquero para 2007-2011 del Gobierno de Ecuador y financiado en gran parte por el BID a través del PROYECTO DE APOYO A LA PESCA ARTESANAL COSTERA, que promueve la asistencia técnica, en la que también está trabajando la ESPOL.

Este Plan de Acción propone cuatro objetivos, siendo el cuarto "mejorar los indicadores socio-económicos de las comunidades pesqueras artesanales que existen en el país".

Dentro de este objetivo la acción estratégica 4.2 es "diseñar y gestionar la implementación de un programa de modernización de la flota pesquera artesanal"; "Para mejorar índices de eficiencia productiva, cumplimiento sanitario y seguridad marítima".

##### 4.4.4. Tecnología

---

La tecnología y las diferentes cadenas de distribución de elementos tecnológicos han sido puntos clave, en las reuniones con las cooperativas.

Utilizando preferentemente tecnologías ya conocidas, aunque será necesaria la capacitación.

La propia Subsecretaría de Recursos Pesqueros tiene un programa de capacitación que facilita la implantación de nueva tecnológica.

La transferencia de resultados está pendiente pero se hará a partir de las cooperativas pesqueras y la FENACOPEC.

#### 4.4.5. Económica

---

La ejecución del proyecto no tiene financiación en la actualidad pero hay facilidades desde el Gobierno Ecuatoriano y algunas cooperativas serían capaces de su ejecución autónomamente.

### 5. Observaciones sobre perspectivas futuras

---

La infraestructura básica de la mayoría de las caletas es muy deficiente, existen algunos puertos que ya cuentan con proyectos de desarrollo, pero la mayoría de las caletas no disponen de servicios básicos.

No disponen de servicios de salvamento en caso de emergencia y los sistemas de comunicación con otras embarcaciones o con los puertos son casi inexistentes. Sería interesante un proyecto que desarrollara y mejorara los sistemas de ayudas a la navegación.

Las caletas pesqueras no disponen de centros de acopio de la pesca, lo que obliga a desarrollar las operaciones de eviscerado, conservación, comercialización... en condiciones insalubres y con muy pocas garantías, de ofrecer una calidad de la pesca aceptable.

Muchas de las caletas pesqueras, no disponen de medios de embarque de insumos y desembarque de la pesca, lo que hace imposible en muchos casos que estas operaciones puedan realizarse de forma segura. Quizás sería útil, un proyecto de pequeños muelles en las caletas donde estas actividades sean menos seguras.

La ESPOL, trabaja en numerosos proyectos para el desarrollo integrado de la península de Santa Elena.

Esta universidad tiene un programa de voluntariado universitario que actualmente se encuentra trabajando en Fortalecimiento Municipal, Fortalecimiento Institucional, Programa de Compensación y Recuperación Educativa, Introducción a la Computación para la



Comunidad, Talleres de Pintura para jóvenes con habilidades especiales, Programa de Reforestación y Programa de VIH/SIDA.

## 6. Agradecimientos

---